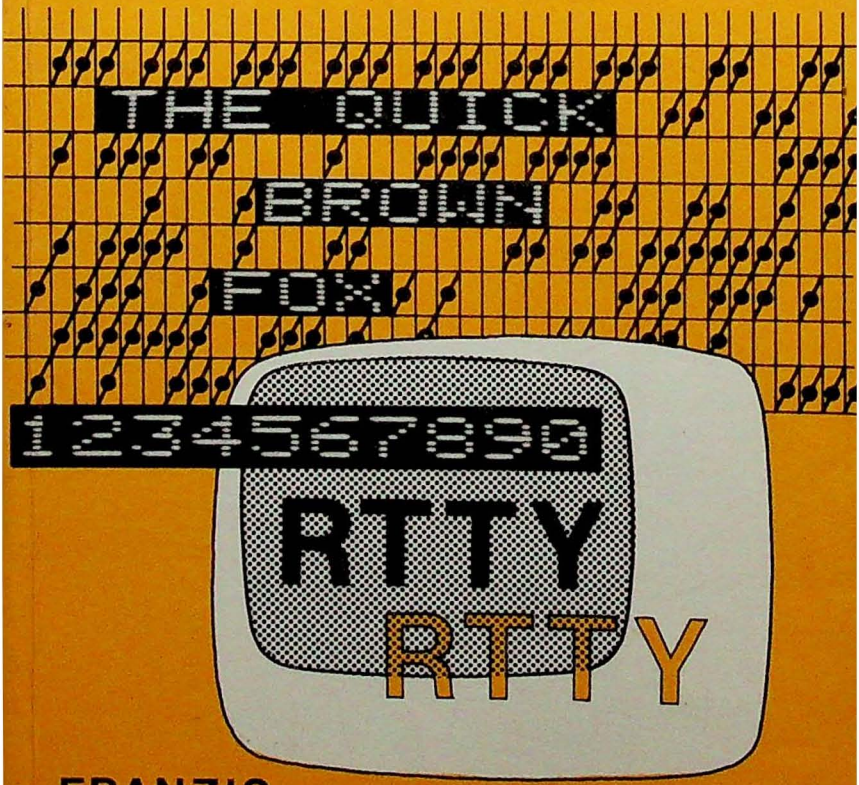
H.-J. Pietsch (DJ 6 HP)

Amateur-Funkfernschreib-technik RTTY

Fernschreibelektronik – Gerätebeschreibung – Betriebstechnik

RPB
electronic taschen-bücher
25



FRANZIS

RPB electronic-taschenbücher Titelverzeichnis

Jeder Einfach-Band umfaßt etwa 60–70 Seiten, enthält bis zu 70 Bilder und Tabellen. Mehrfach-Bände entsprechend. Die Nummer vor dem Titel ist die Bestell-Nummer. Preisänderungen und Liefermöglichkeiten vorbehalten.

Preise: Einfachband (•) DM 4.80; Doppelband (• •) DM 7.80; Dreifachband (• • •) DM 9.80; Vierfachband (• • • •) DM 12.80.

4 • • Der Hobby-Elektroniker lernt messen (Nührmann)

5 • • Brand- und Einbruchmeldeanlagen (Bartels).

6 • Antennen für Rundfunk- und Fernseh-Empfang (Mende). 14. Aufl.

7 • Niederfrequenz-Verstärker mit Röhren und Transistoren (Kühne). 14. Aufl.

8 • • • ABC der Elektronik-Orgel (Wuschek)

9 • • Tonbandgeräte-Praxis (Junghans). 12. Aufl.

11 • • • Mikrofone (Kühne). 9. Aufl.

16 • Widerstandskunde für Radio-Praktiker (Hoffmeister). 6. Aufl.

19 • • • Optoelektronik (Ratheiser/Pichler).

20 • • Methodische Fehlersuche in Rundfunkempfängern (Renardy/Lummer). 14. Aufl.

22 • • • Lehrgang Radiotechnik Band I (Jacobs). 12. Aufl.

24 • • • desgl., Band II (Jacobs). 8. Aufl.

25 • • • Amateur-Funkfernschreibtechnik RTTY (Pietsch)

27 • • Rundfunkempfang mit Transistoren und Detektoren (Mende). 13. Aufl.

29 • • • Kleines ABC der Elektroakustik (Büscher). 7. Aufl.

34 • • • Von der Mengenlehre zur Schaltalgebra (Siegfried).

35 • • Systemanalyse und System-Design (Lewandowski).

38 • • • • SSB- und ISB-Technik (Pelka).

40 • Fachwörter der Elektronik (Franz). 2. Aufl.

42 • • • desgl., Band 2. Spitzensuper und Transistorempfänger (Diefenbach). 2. Aufl.

44 • • • KW- und UKW-Amateurfunk-Antennen (Diefenbach). 10. Aufl.

46 • Sendertabelle (Schneider/Redlich). 2. Aufl.

50 • • Prakt. Antennenbau (Mende). 15. Aufl.

51 • • Kleine Fernseh-Bildfehler-Fibel (Gies/Kirsch). 1. Aufl.

53 • • • Elektroflug (Bruß).

54 • • • Schaltalgebra im Experiment (Kleemann)

55 • • • Fernsehtechnik von A biz Z (Conrad). 5. Aufl.

58 • • Morselehrgang (Diefenbach). 9. Aufl.

59 • • Funk-Entstörungs-Praxis (Mende). 5. Aufl.

60 • • Die Widerstand-Kondensator-Schaltung (Schneider). 7. Aufl.

64 • • Einführung in die Operationsverstärker-Technik (Hirschmann).

65 • • • Operationsverstärker-Anwendung (Hirschmann).

68 • • • Kleine Elektronik-Formelsammlung (Rose). 13. Aufl.

72 • • Drahtlose Fernsteuerung von Flugmodellen (Schultheiss). 6. Aufl.

80 • • • • Das Spulenbuch – Hochfrequenzspulen (Sutaner). 6. Aufl.

82 • • Was ist ein Mikroprozessor? (Pelka). 2. Aufl.

83 • • Mikrofon-Aufnahmetechnik (Praetzel/Warnke)

84 • • Fernsehantennen-Praxis (Mende). 12. Aufl.

85 • • • HiFi-Schaltungs- und Baubuch (Kühne/Horst). 7. Aufl.

87 • • Methodische Fehlersuche in der Industrie-Elektronik (Benda).

88 • • Schliche und Kniffe für Radiopraktiker (Kühne). 7. Aufl.

93 • • Transistorschaltungen für die Modellfernsteuerung (Bruß). 6. Aufl.

99 • • • Wie arbeite ich mit dem Elektronenstrahl-Oszillografen? (Sutaner/Wißler). 9. Aufl.

Hans-Joachim Pietsch DJ 6 HP

Amateur-Funkfernschreibtechnik RTTY

Fernschreibelektronik – Gerätebeschreibung – Betriebstechnik

Mit 88 Abbildungen und 4 Tabellen

FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN

Nr. 25 der RPB electronic-taschenbücher

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Pietsch, Hans-Joachim
Amateur-Funkfernschreibtechnik RTTY: Fernschreibelektronik, Gerätebeschreibung, Betriebstechnik. – 1. Aufl. – München: Franzis-Verlag, 1977.
([RPB-Elektronik-Taschenbücher] RPB-electronic-taschenbücher; Nr. 25)
ISBN 3-7723-0251-3

1977

Franzis-Verlag GmbH, München

Sämtliche Rechte – besonders das Übersetzungsrecht – an Text und Bildern vorbehalten. Fotomechanische Vervielfältigung nur mit Genehmigung des Verlages. Jeder Nachdruck, auch auszugsweise, und jede Wiedergabe der Abbildungen, auch in verändertem Zustand, sind verboten.

Druck: Franzis-Druck GmbH, Karlstraße 35, 8 München 2
Printed in Germany. Imprimé en Allemagne.

ISBN 3-7723-0251-3

Vorwort

Zwar stehen dem Fernschreibamateur inzwischen eine ganze Reihe von Aufsätzen zur Verfügung, die sich mit der Technik dieser Amateurfunk-Betriebsart befassen, doch ist es recht mühsam, diese Literatur zusammenzutragen und für die speziellen Probleme zu selektieren.

Mit diesem Buch wird versucht, den Stand der RTTY (radio-teletype)-Technik darzustellen, soweit es in dem hier begrenzten Umfang möglich ist. Dabei wurde eine Gliederung vorgenommen, die sich in theoretische Grundlagen, Bausteine der Fernschreibelektronik, elektronische Fernschreibsende- und Fernschreibempfangsgeräte und Fernschreib-Betriebstechnik aufteilt.

In den Grundlagen wird zunächst die Struktur der Fernschreibzeichen erläutert, wobei die Vor- und Nachteile der derzeit von den Amateuren verwendeten Fernschreibnorm diskutiert werden. Zudem werden alle wichtigen Größen, die in der Funkfernschreibtechnik für den Amateur von Interesse sind, so eingeordnet, daß der Leser den ursächlichen Zusammenhang erkennt.

Die theoretischen Grundlagen führen im zweiten Abschnitt zu den Forderungen an zu verwendende elektronische Bausteine. Aktive Selektivfilter, Hoch- und Tiefpässe, Begrenzer und Schmitt-Trigger aus der Analog-Technik, sowie einfache logische Verknüpfungen und Interface-Schaltungen der Digital-Technik sind Standard-Baugruppen, die sich in allen neueren Schaltungen der RTTY-Technik wiederholen. Sie werden mit ihren Variationsmöglichkeiten beschrieben, so daß sie als Ergänzungen in Eigenentwicklungen übernommen werden können.

Der dritte Abschnitt zeigt eine Reihe von erprobten Geräteschaltungen, die sich durch ihre Reproduzierbarkeit ohne Schwierigkeiten nachbauen lassen. Dabei muß betont werden, daß es sich hier im Rahmen dieses Buches nur um spezielle Beispiele handelt, die fast durchweg auf den Entwicklungen des Verfassers basieren. In einem umfangreichen Literaturverzeichnis, das den jeweiligen Themen zugeordnet ist, wird ergänzend auf eine Vielzahl von weiteren brauchbaren Schaltungen hingewiesen.

Mit der Betriebstechnik im vierten Abschnitt des Buches sollen dem Anfänger eine Reihe von Tips gegeben werden, wie er in die für ihn neue Betriebsart aktiv einsteigen kann.

Die immer wiederkehrenden Fragen des „Newcomers" sind in einem „Einschaltprogramm" zusammengetragen worden, das speziell für die Verwendung von mechanischen Fernschreibmaschinen ausgearbeitet

wurde, da erfahrungsgemäß hiermit die ersten Schritte in RTTY gemacht werden, ehe man sich der teilweise doch recht komplexen Elektronik zuwendet.

Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die theoretischen Betrachtungen innerhalb dieses Buches nicht immer ingenieurwissenschaftlichen Charakter haben. Sie sind so auf die Ansprüche des Amateurfunks reduziert worden, daß auch dem Durchschnitts-Amateur das Verständnis erhalten bleibt.

An dieser Stelle möchte ich Hans-Jürgen Schalk, DJ 8 BT, meinen Dank aussprechen. Er ist durch seinen kompetenten Rat maßgeblich an der Gestaltung des Buches beteiligt gewesen, wobei er wertvolle Hinweise zur Auswahl der Themen und zum Inhalt gegeben hat.

Mein Schwager Klaus Forth, DK 5 AF, hat sich in gleicher Kompetenz durch Korrekturlesen um den „sittlich germanistischen" Stil gesorgt, der besonders in der Betriebsart RTTY zusehends verkummert.

Wichtiger Hinweis

Die in diesem Buch wiedergegebenen Schaltungen und Verfahren werden ohne Rücksicht auf die Patentlage mitgeteilt. Sie sind ausschließlich für Amateur- und Lehrzwecke bestimmt und dürfen nicht gewerblich genutzt werden.

Alle Schaltungen und technischen Angaben in diesem Buch wurden vom Autor mit größter Sorgfalt erarbeitet bzw. zusammengestellt und unter Einschaltung wirksamer Kontrollmaßnahmen reproduziert. Trotzdem sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Der Verlag sieht sich deshalb gezwungen, darauf hinzuweisen, daß er weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen, übernehmen kann. Für die Mitteilung eventueller Fehler sind Autor und Verlag jederzeit dankbar.

Inhalt

Amateur-Funkfernschreiben in Deutschland 7

1 Grundlagen der Funkfernschreibtechnik 10

1.1 Der Fernschreibcode CCITT Nr. 2 10
1.2 Die Modulation der Fernschreibsignale 14
1.3 Die Übertragungsgeschwindigkeit von Fernschreibsendungen 16
1.4 Drahtlose Übertragung von Fernschreibsignalen 20
1.41 Hf-Modulationsverfahren für Fernschreibsignale 20
1.42 Fernschreib-Übertragungssysteme beim Amateurfunk 22
1.5 Die Verknüpfung von Schrittgeschwindigkeit, Shift und Störsicherheit 27
1.6 Verzerrungen von Fernschreibsignalen 32

2 Elektronische Grundschaltungen in der Fernschreibtechnik 38

2.1 Der Operationsverstärker 38
2.2 Der 741 40
2.3 Begrenzer 42
2.4 Aktive Filter 44
2.41 Tiefpaßfilter 45
2.42 Hochpaßfilter 56
2.43 Selektivfilter 59
2.44 Universalfilter 64
2.5 Analogaddierer 69
2.6 Der Additionstiefpaß 71
2.7 Schmitt-Trigger 71
2.8 Digital-Technik 74
2.81 Logik-Techniken 75
2.82 Betrieb mit TTL–Bausteinen 77
2.83 Interface-Schaltungen 79
2.9 Meßtechnische Ausrüstung des Fernschreibamateurs 83

3 Schaltungs- und Gerätebeschreibungen 86

3.1 RTTY–Nf-Filterkonverter 86
3.11 Abstimmanzeigen für Filterkonverter 90
3.2 Automatik-RTTY–Nf-Konverter 95
3.3 Quarz-AFSK 100

3.4 Funktionsgenerator-AFSK 104
3.5 FSK–Schaltungen 107
3.6 Fernschreib-Fernseh-Display 109
3.7 Elektronische Fernschreib-Speichertastatur 117
3.8 Geschwindigkeitswandler 134

4 Betriebstechnik 140

4.1 Betrieb mit mechanischen Fernschreibern 140
4.2 Betrieb mit Lochstreifengeräten 147
4.3 Automatische Betriebshilfen 149
4.31 Automatische Sende-Empfangs-Umschaltung 149
4.32 Autostart-Antispace 151
4.4 Betrieb mit elektronischen Fernschreibgeräten 153
4.5 Betrieb mit Magnetbandspeichern 156
4.6 Inhalt und Aufbau der Fernschreibverbindung 158
4.7 Betrieb über Fernschreibrelais 162
4.8 RTTY–Contests 165
4.9 RTTY–Diplome 166

5 Bestimmungen der Deutschen Bundespost 169

6 Ausblick auf die Amateur-RTTY–Technik 171

7 Literatur und Quellen 172

Sachverzeichnis 176

Amateur-Funkfernschreiben in Deutschland

Nach den spärlichen Anfängen Ende der 50er Jahre hat das Amateur-Funkfernschreiben in der nahen Vergangenheit eine rasante Entwicklung genommen.

Zunächst war es nur eine Handvoll von Funkamateuren, die sich bei uns mit Hell-Schreibern aus ehemaligen deutschen Wehrmachtsbeständen mit dieser Betriebsart befaßten.

Die Erfolge gestalteten sich allerdings bescheiden, zumal der Kontakt mit dem Ausland unmöglich war, da dort bereits mit Maschinen der CCITT–Norm geschrieben wurde, die sich vom Hell-System wesentlich unterscheidet.

Fernschreibmaschinen nach der CCITT–Norm waren aber für die Amateure im deutschsprachigen Raum kaum erschwinglich, da aus Gerätemangel selbst die ältesten Exemplare im Telex-Netz und in anderen kommerziellen Nachrichtendiensten eingesetzt waren.

Um 1963 wurden die ersten noch brauchbaren Maschinen bei den kommerziellen Diensten ausgemustert und konnten teilweise zum Schrottpreis von den Amateuren erworben werden.
Zu diesem Zeitpunkt begann die eigentliche, zunächst kontinuierliche Entwicklung des Amateur-Funkfernschreibens in Deutschland, da die notwendigen Maschinen zur Teilnahme am internationalen Funkbetrieb auch den Amateuren zugänglich wurden, die bis dahin zwar Interesse an der neuen Betriebsart zeigten, denen es aber an der notwendigen Ausrüstung mangelte.

Eine sprunghafte Zunahme der deutschen RTTY–Aktivität setzte 1969 ein. Einige Idealisten erkannten den bis dahin mangelnden Informationsfluß zwischen den Fernschreibamateuren als Hinderungsgrund für die Ausweitung dieser Betriebsart und schufen das Informationsblatt „RTTY".

Zwar waren es zunächst nur einige Seiten mit einem Spirit-Umdrucker vervielfältigt, doch führte der Kontakt über dieses Medium 1970 zur Gründung der Deutschen Amateur Fernschreib-Gruppe (DAFG).

Inzwischen ist die „RTTY" ein Fachmagazin geworden, das nach Inhalt und Gestaltung alle anderen Zeitschriften gleichen Themas innerhalb der Amateurfunkliteratur übertroffen hat.

Gegenwärtig gibt es in Deutschland rund 1000 in der DAFG organisierte Fernschreibamateure. Die Zahl der Interessenten ist sicherlich weit größer.

Im übrigen europäischen Raum findet man weitere 3000 Amateure, die sich mit dieser Betriebsart befassen. Sie sind ebenfalls in entsprechenden Organisationen vereinigt. Die Zentren sind nach der Reihenfolge der Anzahl Italien (800), England (600), Skandinavien (500), Beneluxstaaten (300), Schweiz (200), während sich der Rest auf die anderen Länder verteilt.

Eine vergleichbare Aktivität findet man noch in den USA und Kanada, so daß man im internationalen Amateurfernschreibnetz mit etwa 10 000 Teilnehmern rechnen kann.

Dies hat zu einer Bandbelegung geführt, daß man fast zu jeder Zeit einen QSO–Partner für RTTY findet.

Die Entwicklung der technischen Fachliteratur auf dem Amateurfernschreibsektor lief sowohl quantitativ als auch qualitativ parallel zur zunehmenden Aktivität in dieser Betriebsart.

In der deutschsprachigen Amateurfunkliteratur erschienen zunächst nur vereinzelte Arbeiten zum Thema RTTY, die zudem meist Übersetzungen aus angelsächsischen Fachzeitschriften waren. Der technische Stand der erforderlichen Zusatzgeräte basierte fast ausschließlich auf diesen Veröffentlichungen.

Sicherlich gab es auch bei uns zur damaligen Zeit kompetente Techniker, mit den Möglichkeiten entsprechende Entwicklungen zu realisieren, doch war der interessierte Leserkreis so eingeschränkt, daß der Arbeitsaufwand, der mit derartigen Aufsätzen verbunden ist, nicht lohnte. Für die Autoren war dies uneffektiv und unbefriedigend, da die notwendige Resonanz fehlte.

Erst die zunehmende Anzahl der Fernschreibamateure und die dadurch wachsende Auflage der „RTTY" motivierte eine Reihe von Technikern, eigene Entwicklungen zu publizieren, die zum großen Teil vom „cq - DL" und anderen europäischen Fachzeitschriften übernommen wurden.

Hierdurch wurden Grundlagen, Funktionsbeschreibungen und Bauanleitungen vielen interessierten Amateuren zugänglich gemacht, die nicht in der Lage waren, fremdsprachige Literatur zu lesen.

Die Aktivität der Autoren für diesen speziellen Bereich innerhalb der Amateurfunktechnik ging zudem einher mit der Entwicklung der Halbleitertechnik.

Der Preissturz auf dem Bauelementemarkt und die gleichzeitige Steigerung der Integration von Schaltungsfunktionen auf einzelnen Baustei-

nen der Elektronik haben während der beiden letzten Jahre zu einer wahren Revolution innerhalb der Amateurfernschreibtechnik geführt. Die klassische mechanische Fernschreibmaschine kann inzwischen durch eine vollelektronische Anlage ersetzt werden.

Zwar entspricht der finanzielle Aufwand dieser Geräte noch dem einer SSB–Kurzwellenstation, doch werden hierdurch viele Amateure angesprochen, die bisher durch den lästigen Lärm der Maschine nicht in der Lage waren, RTTY zu betreiben.

Letztlich hat die zunehmende Popularisierung der angewandten Elektronik im Amateurfunk einen erheblichen Beitrag zur Verbreitung von RTTY geleistet, zumal es sich hier um Datenverarbeitung handelt.

Die Aufbereitung der verwendeten Signale in den Peripherie-Geräten befindet sich, soweit es die Analog-Technik betrifft, ausschließlich im Nf-Bereich, so daß mit einfachen Meßmitteln gearbeitet werden kann und die Nachvollziehung der jeweiligen Schaltung keine Schwierigkeiten bereitet.

Der Bereich der Digital-Technik wird von den einfachsten logischen Verknüpfungen bis zu hochkomplexen Schaltungen abgedeckt, so daß jeder Amateur ein technisches Betätigungsfeld nach seinen Fähigkeiten findet, um seine Ideen innerhalb der Fernschreibtechnik zu realisieren.

Dieses umfangreiche Betätigungsfeld im Amateurfunk, zu dem der Leser durch dieses Buch motiviert werden soll, hat das derzeitige Image der Fernschreibamateure geprägt, die sowohl als exakte Betriebstechniker gelten, als auch zu denen gezählt werden, die im Amateurfunk zu den „Technik-Spezialisten" gehören.

1 Grundlagen der Funkfernschreibtechnik

1.1 Der Fernschreibcode CCITT Nr. 2

Unter Code versteht man die Zuordnung vereinbarter Kombinationen von Signalelementen zu den Buchstaben des Alphabets, den Ziffern des dekadischen Zahlensystems und den Satzzeichen. Diese Definition kann natürlich auch auf andere Sonderzeichen ausgedehnt werden, die aber in der Amateurfernschreibtechnik nicht von Interesse sind. Zudem gilt der Begriff Code selbstverständlich nicht nur für die elektrische Nachrichtentechnik, sondern auch für alle anderen Formen der Nachrichtenübertragung.

Im internationalen Amateur-Funkfernschreibverkehr ist der CCITT Nr. 2-Code üblich. Dieses sogenannte Internationale Telegrafenalphabet Nr. 2 wurde bereits 1924 vom CCITT (comité consultatif international télégraphique et téléphonique) vereinbart, nachdem während der Entwicklungsphase der Fernschreibtechnik eine Reihe unterschiedlicher Codes und Übertragungssysteme entstanden waren, die natürlich in ihrer Vielfalt einen internationalen Nachrichtenaustausch unmöglich machten.

Der Code CCITT Nr. 2 basiert auf den Entwicklungen von Jean-Maurice-Emile Baudot (1845-1903), einem französischen Telegrafentechniker, der bereits 1874 seinen Mehrfach-Telegrafen zum Patent anmeldete.

Das Prinzip seines Typendruckers ist bis heute bei den mechanischen Fernschreibmaschinen erhalten geblieben. Danach wird ein zweiwertiger fünfstelliger Code mit Hilfe einer Tastatur parallel in die Sendemechanik eingegeben (bei Baudot war es eine fünfteilige Tastatur). Die so eingeschriebene parallele Information, die dem vereinbarten Zeichen zugeordnet ist, wird durch eine rundlaufende Kontaktleiste seriell abgefragt und in dieser Form auf den Übertragungsweg geleitet.

Am Empfangsort wird dieser Vorgang umgekehrt, wobei eine mit dem Sender synchronisierte Kontaktwelle die serielle Form der Information in eine parallele zurückwandelt und das Druckwerk so setzt, daß das im Code vereinbarte Zeichen ausgeschrieben wird.

Dieses Übertragungsprinzip der parallelen Eingabe, seriellen Weiterleitung und parallelen Ausgabe stellt vier Forderungen an den zu verwendenden Code:

Die Länge des Code-Wortes und die Länge der einzelnen Signalelemente müssen konstant sein, damit eine Synchronisierung der Wandler auf der Sender- und der Empfängerseite ohne größere Schwierigkeiten möglich ist.

Die Wertigkeit des Codes muß so gewählt werden, daß sie für die elektrische Übertragung eindeutig ist.

Und schließlich muß die Anzahl der Signalelemente für ein Code-Wort so hoch sein, daß der gewünschte Zeichenvorrat bei gegebener Wertigkeit eindeutig dargestellt werden kann.

Im Code nach CCITT Nr. 2 findet man die in der elektrischen Nachrichtentechnik übliche Zweiwertigkeit, die sich durch „Strom" und „kein Strom", oder in der Digital-Elektronik durch „logisch 1" und „logisch 0", eindeutig bestimmen läßt.

Weiterhin besteht der Code aus 5 Signalelementen, die wiederum jeweils die beiden festgelegten Wertigkeiten annehmen können. Ist a die Anzahl von Werten, n die Zahl der Signalelemente, dann ergeben sich aus (1) maximal N Kombinationen einer eindeutigen Codierung:

$$N = a^n \qquad (1)$$

Für den Baudot-Code, wie der nach CCITT Nr. 2 ebenfalls bezeichnet wird, erhält man somit einen Zeichenvorrat von 32 eindeutigen Kombinationen.

Hiermit können bei weitem nicht alle notwendigen alphanumerischen Zeichen abgedeckt werden, die zur üblichen Nachrichtenübertragung zumindest notwendig sind, da bereits das Alphabet einen Vorrat von 26 Kombinationen für sich in Anspruch nimmt.

Wie bereits angedeutet, ist der in der Fernschreibtechnik verwendete Code historisch bedingt, und jede weitere Stelle hätte einen erheblichen Mehraufwand in der Mechanik der Maschine bedeutet, die ohnehin nur mit Schwierigkeiten funktionssicher zu realisieren war.

Die Lösung des Problems fand man in der Wahl von zwei Code-Ebenen. Dabei werden der größeren Anzahl der maximal möglichen 32 Kombinationen zwei Bedeutungen zugeordnet. Diese Bedeutungen sind für die eine Ebene in Buchstaben und für die andere in Ziffern und Zeichen aufgeteilt. Zwei Umschaltbefehle (BU und ZI), die in den laufenden Übertragungstext zwischengeschoben werden müssen, geben an, ob den folgenden 5-stelligen Code-Worten Buchstaben oder Ziffern und Zeichen zugeordnet sind.

Bezeichnet man die Ebenenzahl mit m, dann läßt sich die Anzahl der eindeutigen Kombinationen N nach (2) erweitern:

$$N = a^n \cdot m - 2m \qquad (2)$$

Daraus ergeben sich zunächst 64 unterschiedliche Kombinationen, von denen allerdings vier für die beiden Umschaltbefehle abgezogen werden müssen, da zwei in jeder Ebene durch die notwendige Eindeutigkeit für BU und ZI verlorengehen.

Beim Baudot-Code ist weiterhin festgelegt worden, daß die Maschinensteuerbefehle Wagenrücklauf (WR) und Zeilenvorschub (ZV), die für Blattschreiber notwendig sind, und der Zwischenraum (ZW = Leertaste) in beiden Ebenen gleiche Bedeutung haben. Zudem wird die Kombination, bei der alle fünf Stellen des Code-Wortes mit „kein Strom" bzw. „logisch 0" belegt sind, nicht verwendet und ignoriert.

Hierdurch bleiben schließlich 26 Code-Wörter übrig, die in den beiden Ebenen unterschiedliche Bedeutungen haben.

In der **Tabelle 1** ist die Zuordnung der einzelnen vereinbarten Code-Kombinationen zu den Informationen dargestellt, wie sie in Europa und in den USA üblich ist.

Während die europäische Buchstabenebene mit der in den USA identisch ist, findet man einige Abweichungen in der Zeichenebene.

Diese US-spezifische Zeichenebene ist in den elektronischen Fernschreibempfangsgeräten von besonderer Bedeutung, da die hierfür speziell gefertigten Zeichengeneratoren als ROMs (read only memory = Festwertspeicher) programmiert sind, die dieser Norm entsprechen.

Allerdings kennt jeder Amateur diese Zweideutigkeit nach kurzer Betriebserfahrung und weiß sie richtig einzuordnen.

Die gleiche Zweideutigkeit tritt natürlich auch dann auf, wenn man mit Stationen aus den USA arbeitet oder Maschinen verwendet, die für den US-Markt gefertigt wurden.

Abgesehen von dieser US-Norm kann die Zuordnung einiger anderer Sonderzeichen bei verschiedenen Geräten unterschiedlich sein, da sie teilweise für spezielle Nachrichtendienste eingesetzt werden (z.B. Wetterfunk). Oft gelangen gerade solche Geräte in die Hände von Amateurfunkern, da sie anderweitig nicht mehr einzusetzen sind.

Man kann aber grundsätzlich davon ausgehen, daß alle Maschinen für die Buchstaben des lateinischen Alphabets und die Ziffern von 0 bis 9 die gleiche Code-Belegung haben, gleichgültig, welche spezielle Verwendung das Gerät vorher hatte.

Dies gilt auch für den Fernschreibverkehr mit Ländern, in denen für die Landessprache nicht das lateinische Alphabet verwendet wird. Hier

Tabelle 1: Zweiwertiger fünfstelliger Code nach CCITT Nr. 2 / US-Militär

Stellenzahl					Buchstaben	Ziffern / Zeichen	
1	2	3	4	5		CCITT	USA
1	1	0	0	0	A	–	–
1	0	0	1	1	B	?	?
0	1	1	1	0	C	:	:
1	0	0	1	0	D	wer da?	$
1	0	0	0	0	E	3	3
1	0	1	1	0	F	n.f.	!
0	1	0	1	1	G	n.f.	&
0	0	1	0	1	H	n.f.	stop
0	1	1	0	0	I	8	8
1	1	0	1	0	J	Klingel	'
1	1	1	1	0	K	(	(
0	1	0	0	1	L	)	)
0	0	1	1	1	M	.	.
0	0	1	1	0	N	,	,
0	0	0	1	1	O	9	9
0	1	1	0	1	P	Ø	Ø
1	1	1	0	1	Q	1	1
0	1	0	1	0	R	4	4
1	0	1	0	0	S	'	Klingel
0	0	0	0	1	T	5	5
1	1	1	0	0	U	7	7
0	1	1	1	1	V	=	;
1	1	0	0	1	W	2	2
1	0	1	1	1	X	/	/
1	0	1	0	1	Y	6	6
1	0	0	0	1	Z	+	"
0	0	0	1	0	Wagenrücklauf		
0	1	0	0	0	Zeilenvorschub		
1	1	1	1	1	Buchstaben		
1	1	0	1	1	Ziffern / Zeichen		
0	0	1	0	0	Zwischenraum		
0	0	0	0	0	ignoriere		

n.f. = nicht festgelegt

wird mit einer zusätzlichen dritten Ebene gearbeitet, die in deren nationalen Fernschreibverkehr z.B. das kyrillische Alphabet freischaltet.

Eine zusätzliche tabellarische Aufführung der speziellen Sonderzeichen und Alphabete erscheint an dieser Stelle nicht notwendig, da sich der internationale Amateur-Funkfernschreibverkehr auf das lateinische Alphabet, die arabischen Ziffern und einige Satzzeichen beschränkt, also Informationen, die auf allen Tastaturen zu finden sind.

1.2 Die Modulation der Fernschreibsignale

Kernproblem der seriellen Übertragung mehrstelliger Codes ist die Synchronisierung der Sender- und Empfängerseite, da nur hierdurch die ausgesandte Information am Empfänger die gleiche Bedeutung erhält.

Bei der isochronen Modulation für den Synchronbetrieb wird der mehrstellige Code in der Reihenfolge der Informationen auf den Übertragungsweg geleitet. Die einzelnen Code-Stellen werden dabei in der seriellen Form als Schritte bezeichnet. Zur fehlerfreien Informationsübertragung müssen Sender und Empfänger zunächst synchronisiert und in eine Phasenlage gebracht werden, damit jeweils der erste Schritt eines Zeichens des Senders auch als solcher beim Empfänger erkannt wird. Nach dem letzten Schritt des einen Zeichens folgt direkt der erste des nächsten.

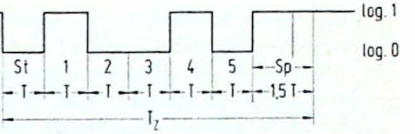
Synchronisation und Phasenbeziehung zwischen Sender und Empfänger müssen ständig überwacht werden, da auch bei einem langsamen „Auseinanderlaufen" beider Fehlschriften nicht zu vermeiden sind.

Die übertragenen Informationen müssen bei dieser Modulation des mehrstelligen Codes eine geschlossene Kolonne bilden, so daß ständig mit der maximalen Geschwindigkeit gearbeitet wird.

Bedenkt man, daß Fernschreibsendungen zum großen Teil direkt von Hand auf den Übertragungsweg geschickt werden (beim Amateurfunk überwiegend), ist leicht verständlich, daß die isochrone Modulation für das Fernschreiben nicht brauchbar ist, da man unmöglich ständig mit gleichbleibender Geschwindigkeit schreiben kann.

Bei der arrhythmischen Modulation für den Start - Stop Betrieb werden Sender und Empfänger nahezu synchronisiert, allerdings ohne über einen Steuer- oder Regelkreis in Bezug zu stehen. Für die mechanischen Maschinen heißt das, daß deren Kontaktwellen näherungsweise mit gleicher Geschwindigkeit laufen, die zumeist stroboskopisch eingestellt wird. Bei den elektronischen Geräten wird der Gleichlauf durch entsprechenden Impulsabstand der Taktgeneratoren erreicht.

1.21 Struktur des Fernschreibzeichens für arrhythmische Modulation im Start - Stop Betrieb



Mark, Space	:	Kennzustände	Sp	:	Stop – Schritt
St	:	Start – Schritt	T	:	Schrittdauer, Schrittlänge
1 – 5	:	Zeichen – Schritte	T_Z	:	Zeichendauer, Zeichenlänge

Abb. 1.21 zeigt die Struktur eines seriellen Fernschreibzeichens nach CCITT Nr. 2 für den Start-Stop Betrieb.

Das Zeichen besteht aus 7 $\frac{1}{2}$ Schritten. Der erste, der als Start-Schritt (Anlauf-Schritt) bezeichnet wird, liegt grundsätzlich auf log. 0 (Space = Pause). Ihm folgen die fünf Zeichen-Schritte gleicher Länge, die die Information des fünfstelligen Codes beinhalten.

Schließlich wird den Zeichenschritten der Stop-Schritt (Sperr-Schritt) angefügt, der das Ende des Zeichens angibt und die 1 $\frac{1}{2}$ -fache Länge eines Zeichen-Schritts besitzt.

Der Start-Schritt stellt die feste Phasenbeziehung zwischen Sender und Empfänger her, die durch die log. 0 zu Beginn eines jeden Zeichens neu gesetzt wird.

Die fünf Zeichen-Schritte werden im Anschluß daran vom Empfänger abgefragt, wobei die näherungsweise eingestellte Synchronisation über die kurze Dauer eines Zeichens voll ausreicht.

Der Stop-Schritt, der grundsätzlich auf log. 1 (Mark = Zeichen) liegt, schaltet die Empfangsmechanik bzw. -elektronik ab und setzt sie in erneute Bereitschaft, um mit dem folgenden Start-Schritt, der zu einer beliebigen Zeit eintreffen kann, Sender und Empfänger wieder in Phase zu bringen.

Während bei der isochronen Modulation ein Zeichen dem anderen direkt folgen muß, kann der Informationsfluß beim Start-Stop Betrieb zwischen unregelmäßigen Abständen und der Höchstgeschwindigkeit variieren.

Daraus ergibt sich eine unbestimmte Dauer zwischen dem letzten Stop-Schritt und dem nächsten Start-Schritt eines neuen Zeichens, wodurch der Name „Arrhythmische Modulation" geprägt wurde.

Beim Fernschreiben ist die arrhythmische Modulationsart üblich, zumal hierbei der Forderung des unregelmäßigen Schreibens von Hand bei der Informationseingabe entsprochen wird.

Die Bezeichnung der Kennzustände des seriellen Fernschreibzeichens ist sowohl in der Literatur als auch bei den Bedienungsanweisungen für

kommerzielle Meßgeräte (z.B. Verzerrungsmesser) nicht einheitlich, so daß für den Amateur sehr oft Begriffsunsicherheiten auftreten.

Die **Tabelle 2** zeigt einen Vergleich der unterschiedlichen Bezeichnungen der Kennzustände, um beim Studium anderer Literatur Schwierigkeiten solcher Art auszuschließen.

Tabelle 2: Gebräuchliche Bezeichnungen für die Kennzustände

Allgemeine Bezeichnung	Arbeitszustand	Ruhezustand
Alte deutsche Bezeichnung	Zeichenzustand Z	Trennzustand T
Nach CCITT	Startpolarität	Stoppolarität
Amateure	Space	Mark
Digitaltechnik	log. 0	log. 1

1.3 Die Übertragungsgeschwindigkeit von Fernschreibsendungen

Die Übertragung der Fernschreibsignale geschieht zumeist in serieller Form, da hierzu lediglich ein Informationskanal notwendig ist.

Die Übertragungsgeschwindigkeit der Fernschreibzeichen wird durch die Signalform (Modulation), die Bandbreite des Übertragungskanals und gegenwärtig vor allem noch durch die Mechanik der Maschinen bestimmt.

Die Einheit der seriellen Übertragungsgeschwindigkeit von Fernschreibsignalen, die man Schrittgeschwindigkeit nennt, wird zu Ehren von Baudot mit Baud bezeichnet. Man gibt dabei den Reziprokwert (Kehrwert) der Schrittdauer an.

Ist T die Schrittdauer innerhalb eines Fernschreibzeichens, dann erhält man nach (3) die Schrittgeschwindigkeit v:

$$v = \frac{1}{T} \quad \text{in Baud} \qquad (3)$$

Da sich ein Fernschreibzeichen bei der arrhythmischen Modulation im Start-Stop Betrieb aus 7 $\frac{1}{2}$ Schritten zusammensetzt, läßt sich nach (4) die maximal mögliche Zeichengeschwindigkeit pro Minute bestimmen:

$$V_m = \frac{60 \cdot v}{7{,}5} \quad \text{in min}^{-1} \qquad (4)$$

Die jeweils angegebene Schrittgeschwindigkeit bezieht sich allein auf die Form eines Zeichens. Sie sagt bei der arrhythmischen Modulation nichts über die Folgegeschwindigkeit der Informationen aus. Nur die maxi-

mal mögliche Zeichengeschwindigkeit wird durch die Schrittgeschwindigkeit begrenzt, da hierbei ein Zeichen direkt dem anderen folgt.

Die meisten ausgemusterten Maschinen, die bei uns von Amateuren benutzt werden, stammen aus dem Telex-Netz, also dem Teilnehmer-Fernschreiben, daß ähnlich dem Telefonnetz im Selbstwähldienst aufgebaut ist.

Die Schrittgeschwindigkeit im Telex-Netz beträgt 50 Baud, was nach (4) einer maximalen Übertragungsgeschwindigkeit von 400 Zeichen pro Minute entspricht. Die ursprüngliche Festlegung dieser Geschwindigkeit war sicherlich ein Kompromiß zwischen der Realisierung einer funktionssicheren Mechanik und der Anschlagzahl eines guten Maschinenschreibers.

In den USA ist dagegen seit langem eine Schrittgeschwindigkeit von 45,45 Baud in Gebrauch. Da sich dort die ersten Amateure aktiv mit der Fernschreibtechnik befaßt haben, ist diese Geschwindigkeit aus der historischen Entwicklung zur internationalen Norm der Amateure geworden.

Soweit man also mit einer Fernschreibmaschine europäischer Norm arbeiten will, ist es notwendig, diese auf die Schrittgeschwindigkeit von 45,45 Baud umzustellen.

Da die Abweichung zu 50 Baud nicht sehr groß ist, kann man dies in den meisten Fällen verhältnismäßig einfach vornehmen, da lediglich der Fliehkraftregler des Motors verstellt werden muß. Bei Maschinen mit Synchronmotoren müssen allerdings die Zahnräder ausgewechselt werden (siehe in der Betriebstechnik).

Die üblichen Schrittgeschwindigkeiten der europäischen Nachrichtendienste sind 50, 75 und 100 Baud, soweit sie im Fernschreib-Code schreiben. Teilweise wird auch mit 150 und 200 Baud gearbeitet. Dies ist aber nur mit teil- oder vollelektronischen Maschinen möglich, da die notwendige Mechanik für solch schnelle Massenbewegung nicht mehr geeignet ist.

Inzwischen sind auch neuere Maschinen beim Amateurfernschreiben in Gebrauch (z.B. Siemens T 100), die bis zu Schrittgeschwindigkeiten von 100 Baud zu verwenden sind. Allerdings beschränkt sich der Amateurfernschreibverkehr fast ausschließlich auf 45,45 Baud. Lediglich versuchsweise arbeitet man mit 75 und 100 Baud in festen Standverbindungen, da einerseits die neuen Maschinen oder die elektronischen Geräte nicht zur Verfügung stehen, und andererseits die hohe Übertragungsgeschwindigkeit nicht ausgenutzt werden kann.

Hinzu kommt der umgekehrt proportional mit der Schrittgeschwindigkeit verknüpfte Störabstand, worüber an entsprechender Stelle noch berichtet wird.

Soweit bereits elektronische Sende- und Empfangsgeräte für das Amateurfernschreiben zur Verfügung stehen, bietet die unterschiedliche Normung der Schrittgeschwindigkeiten keinerlei Probleme, da hierbei nur die Taktgeneratoren umgeschaltet werden müssen.

Normalerweise sind diese Geräte für die Normgeschwindigkeiten 45,45 50, 75 und 100 Baud umschaltbar, so daß diese preiswerten Amateurentwicklungen bereits teilweise von kommerziellen Diensten eingesetzt werden.

Die Diskussion, in der man noch vor wenigen Jahren von Seiten der europäischen Amateure anstrebte, 50 Baud als Normgeschwindigkeit einzuführen, ist durch die fortschreitende Elektronifizierung der Amateurfernschreibgeräte fast abgeebbt. Es gibt bereits Geschwindigkeitswandler, die man den Maschinen vorschalten kann, und der Gebrauch von vollelektronischen Fernschreibanlagen zeigt auch bei den Amateuren einen deutlichen Aufwärtstrend.

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle noch bemerkt, daß in den kommerziellen Nachrichtendiensten der USA (meist private Gesellschaften) neben den 45,45 Baud, die von unserer europäischen Norm abweichen, auch noch 56 Baud gebräuchlich sind. Auch diese Geschwindigkeit basiert neben den 45,45 Baud auf der 60 Hz Netzfrequenz.

Und um das Normen-Wirrwarr noch zu vervollständigen, muß erwähnt werden, daß dort nicht mit 1,5-fachem sondern mit 1,42-fachem Stop-Schritt gearbeitet wird.

Allerdings sind diese Tatsachen für den Amateurfernschreibverkehr völlig belanglos.

Lediglich die amerikanische Geschwindigkeitseinheit, die man teilweise in der angelsächsischen Literatur statt der Baud-Angabe findet, sollte noch erläutert werden:

Hier wird von wpm gesprochen, gleichbedeutend mit „words per minute" oder Worten pro Minute.

Die Umrechnung erfolgt nach:

$$v = \frac{3 \cdot w}{4} \qquad (5)$$

wobei v in Baud und w in wpm einzusetzen ist.

Die **Tabelle 3** zeigt die Verknüpfungen zwischen Schrittlänge, Zeichenlänge, maximaler Zeichenfolge pro Minute und Worten pro Minute bezogen auf 45,45 Baud und die üblichen europäischen Schrittgeschwindigkeiten.

Dabei sind einerseits die Verhältnisse für den 1,5-fachen Stop-Schritt dargestellt, andererseits aber auch für den doppelten Stop-Schritt, der

sendeseitig zumeist in den elektronischen Tastaturen der Amateure verwendet wird. Er gestattet innerhalb der Digital-Elektronik der Tastatur eine einfachere Aufbereitung, da das serielle Fernschreibzeichen dadurch acht Signalelemente gleicher Länge erhält. Dies bedeutet zwar einen Verlust von 6,25 % der maximalen Übertragungsgeschwindigkeit, doch fällt dies beim Amateurfunk nicht ins Gewicht, da die wenigsten auch nur über 250 Anschläge pro Minute kommen.

Tabelle 3:

1,5-facher Stop-Schritt				
v	T	T_z	V_m	w
45,45	22	165	364	60
50	20	150	400	66
75	13,33	100	600	100
100	10	75	800	133
150	6,66	50	1200	200
200	5	37,5	1600	266
2-facher Stop-Schritt				
45,45	22	176	341	60
50	20	160	375	66
75	13,33	106,66	562,5	100
100	10	80	750	133
150	6,66	53,33	1125	200
200	5	40	1500	266

v = Schrittgeschwindigkeit in Baud V_m = Zeichen pro Minute in min^{-1}
T = Schrittlänge in ms w = words per minute in min^{-1}
T_z = Zeichenlänge in ms

Die serielle Umtastung der Kennzustände des Fernschreibzeichens erfordert in Abhängigkeit von der Schrittgeschwindigkeit eine Übertragungsbandbreite.

Zwar ist die sogenannte Schrittfrequenz gleich dem Kehrwert zweier Schrittlängen (z.B. 25 Hz für 50 Baud), doch entspricht dies nur der Grundfrequenz der Rechteckimpulse bei wechselseitiger Umtastung, die als Übertragungsbandbreite für die arrhythmischen Zeichen nicht ausreicht.

Die Erfahrung der kommerziellen Technik hat ergeben, daß man einen optimalen Kompromiß zwischen notwendiger Übertragungsband-

breite und Impulsverzerrung durch Bandbreiteneinengung dann erhält, wenn man die Schrittgeschwindigkeit in Baud mit dem Faktor 1,6 multipliziert und dieses Zahlenwertprodukt als Bandbreite annimmt.

Die Beziehung lautet dann:

$$B = 1{,}6 \cdot v \text{ in Hz} \qquad (6)$$

Der erforderliche Übertragungskanal für die serielle Übertragung der Fernschreibgleichstromsignale ist somit proportional zur Schrittgeschwindigkeit.

Für die bei den Amateuren übliche Geschwindigkeit ist nach (6) mit einer Bandbreite von rund 80 Hz zu rechnen.

1.4 Drahtlose Übertragung von Fernschreibsignalen

1.41 Hf-Modulationsverfahren für Fernschreibsignale

Für den Amateurfunk ist die drahtlose Nachrichtenübertragung charakteristisch. Hierbei wird die Information sendeseitig auf einen Hf-Träger moduliert und gelangt auf dem Funkwege zum Empfänger. Dort wird das Hf-Signal aufbereitet und demoduliert, so daß die Information am Empfängerausgang wieder zur Verfügung steht.

Für diesen Übertragungsweg muß die Information zunächst in ein elektrisches Nachrichtensignal umgewandelt werden, mit dem der Hf-Träger moduliert werden kann. Dabei ist je nach Art des Nachrichtensignals eine Modulationsform zu wählen, die sich für eine möglichst störsichere Hf-Übertragung eignet.

Sowohl die Fernschreibmaschine als auch die elektronische Tastatur liefern bereits das geforderte elektrische Nachrichtensignal in Form der seriellen Fernschreibzeichen, wie sie in den vorhergehenden Abschnitten beschrieben worden sind.

Die einfachste Methode, einen Hf-Träger mit dieser Nachricht zu modulieren, ist die direkte Tastung des Senders im Rhythmus der Fernschreibgleichstromsignale.

Die gleiche Form dieser Hf-Übertragung wird im Amateurfunk und in vielen kommerziellen Nachrichtendiensten bei der Morse-Telegrafie praktiziert. Sie ist charakterisiert durch die Ein- und Austastung des unmodulierten Hf-Trägers und hat als einfachste Form der Amplitudenmodulation die Kurzbezeichnung A 1.

Die drahtlose Übertragung von arrhythmischen A 1-Signalen ist allerdings äußerst problematisch, weil Sendungen dieser Art besonders störanfällig sind.

Da sich der Empfänger lediglich auf die Amplitude der Empfangsfrequenz beziehen kann, verfälschen Störamplituden jeder Art den Informationsinhalt. Dies gilt im besonderen Maß für den Kurzwellen-Fernverkehr, wo Fading und athmosphärische Störungen die Übertragungssicherheit erheblich beeinflussen.

Morse-Sendungen werden empfangsseitig direkt gehört und „decodiert", so daß eventuelle Übertragungsfehler unbewußt vom erfahrenen Funker korrigiert werden können. Fernschreibsendungen werden dagegen von einer Maschine oder einer vergleichbaren Elektronik verarbeitet, die im Gegensatz zum Menschen nicht in der Lage sind, plausible Korrekturen innerhalb eines Klartextes automatisch vorzunehmen.

Da sich Fernschreibzeichen aber jeweils auf den Start-Schritt beziehen, können sie nur erkannt werden, wenn dieser Schritt fehlerlos auf der Empfängerseite abgebildet wird. Erst dann ist jeweils die feste Phasenbeziehung zum Sender hergestellt.

Störimpulse können diesen notwendigen Bezug vortäuschen oder aber auch aufheben.

Weiterhin zeigt die Ebenenumschaltung zwischen BU und ZI eine erhebliche Störanfälligkeit, die sich dadurch äußert, daß ein durch Störimpulse fehlerhaft erkanntes Signal eine Ebenenumschaltung vortäuschen kann. Ehe dies im Druck erkannt wird, sind zumeist bereits eine Reihe von Zeichen in der falschen Ebene geschrieben worden.

Obwohl der Aufwand sowohl sende- als auch empfangsseitig bei A 1 erdenklich einfach ist, hat sich in der Praxis bald gezeigt, daß diese Modulationsart für eine sichere Fernschreibübertragung ungeeignet ist, so daß man zu anderen Verfahren greifen mußte. Diese sind zwar in ihrer Realisierung ungleich aufwendiger, doch gewinnt man damit eine erheblich bessere Störsicherheit.

Für den Funkfernschreibverkehr wird fast durchweg die Frequenzmodulation verwendet. Hierbei wird der Nachrichteninhalt nicht durch die Amplitudenänderung des Hf-Trägers ausgedrückt, sondern durch seine Frequenzänderung.

Diese Frequenzänderung erfolgt wiederum im Rhythmus der logischen Kennzustände der Fernschreibsignalschritte. Den beiden Kennzuständen sind dabei zwei Frequenzen zugeordnet, die auf der Empfangsseite selektiert werden und in ihre ursprüngliche Form von Gleichstromsignalen zurückgewandelt werden.

Dabei ist es völlig gleichgültig, welcher Amplitude die beiden Frequenzen am Empfängereingang sind, da auch bei Amplitudenänderungen auf

dem Übertragungsweg der Frequenzinhalt und damit der Nachrichteninhalt der Sendung erhalten bleibt. Die Möglichkeit der empfängerseitigen Begrenzung des frequenzmodulierten Signals schließt aber im Gegensatz zu A 1 Störeinflüsse aus, die durch externe Amplitudenänderungen auf dem Hf-Übertragungswege hervorgerufen werden können.

Die Frequenzmodulation durch einfache Umtastung zweier Frequenzen besitzt in der Nachrichtentechnik die Kurzbezeichnung F 1.

Da diese Modulationsart auf allen Amateurbändern zugelassen ist, wird sie wie in der kommerziellen Technik auch für das Amateur-Funkfernschreiben verwendet.

1.42 Fernschreib-Übertragungssysteme beim Amateurfunk

Abb. 1.421 zeigt das prinzipielle Übertragungssystem beim Amateur-Funkfernschreiben.

Die Fernschreibmaschine oder die elektronische Tastatur liefern das serielle Fernschreibgleichstromsignal.
Mit dieser Impulsfolge wird ein Zweiton-Generator, der AFSK (audio frequency shift keyer = Nierfrequenz-Umtaster), gesteuert, wobei im Rhythmus der Fernschreibzeichen zwischen zwei Nf-Tönen umgeschaltet wird.

Der Ton, der der log. 1 des Fernschreibzeichens zugeordnet ist, wird auch hier mit Mark und der andere mit Space bezeichnet.

Dies bereits frequenzmodulierte Nf-Signal (man spricht hier auch vom subcarrier-Verfahren = Unterträger-Verfahren) wird auf den Mikrofon-Eingang eines SSB-Senders gegeben, so daß dieser wiederum mit dem Nf-FM Signal moduliert wird.

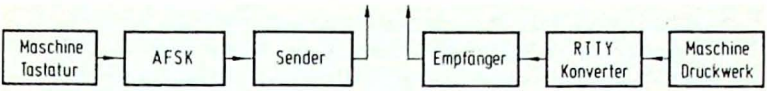
Charakteristisch für das SSB–Signal (A 3 J) ist die Unterdrückung eines Seitenbandes und des Hf-Trägers, so daß lediglich ein Hf-Seitenband abgestrahlt wird.

In diesem speziellen Falle enthält das Seitenband aber nur die beiden den Kennzuständen des Fernschreibzeichens zugeordneten Frequenzen des AFSKs, die abwechselnd nach der Form der Codierung abgestrahlt werden.

Wird im unteren Seitenband gearbeitet (auf 80 und 40 m üblich), und bezeichnet man die Nf-Markfrequenz mit f_M, die Nf-Spacefrequenz mit f_S und die Hf-Trägerfrequenz, die unterdrückt wird, mit f_T, dann ergeben sich Hf-seitig folgende Frequenzen:

$$f_{M\,Hf} = f_T - f_M \qquad (7)$$

und



1.421 Prinzipielles Übertragungssystem beim Amateur-Funkfernschreiben

$$f_{S\,Hf} = f_T - f_S \qquad (8)$$

Soweit man im oberen Seitenband arbeitet (auf 20, 15 und 10 m) erhält man am Senderausgang:

$$f_{M\,Hf} = f_T + f_M \qquad (9)$$

und

$$f_{S\,Hf} = f_T + f_S \qquad (10)$$

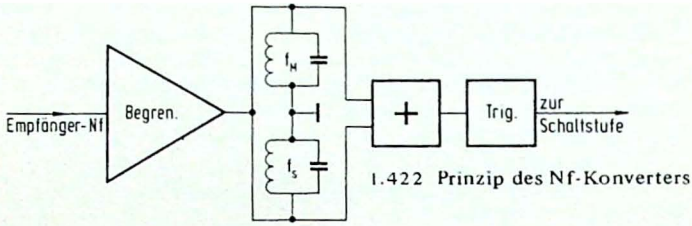
Die abgestrahlten Frequenzen für Mark und Space befinden sich also jeweils um ihre Nf-Beträge neben der unterdrückten Trägerfrequenz und werden nach wie vor im Rhythmus der Fernschreibgleichstromsignalschritte umgeschaltet.

Obwohl das abgestrahlte Hf-Signal in einem SSB–Sender aufbereitet wurde, hat es nach (7) bis (10) durch Vorschaltung der subcarrier-Modulation die typische F 1-Form.

Die Frequenzumtastung des Senders kann man aber auch ohne den sogenannten AFSK vornehmen, wenn man den Senderoszillator um die Differenzfrequenz der beiden Nf-Töne verschiebt. Diese FSK (frequency shift keying) - Methode wird einfach durch Zuschalten eines Parallelkondensators oder durch Veränderung der Vorspannung einer parallelgeschalteten Kapazitätsdiode zum VFO–Schwingkreis erreicht. Die Umschaltung zwischen den Frequenzen wird dabei wiederum durch die Fernschreibgleichstromsignalschritte gesteuert.

Das abgestrahlte Hf-Signal ist völlig identisch mit dem, welches durch einen AFSK erzeugt wurde, und es gibt eine ganze Reihe von Amateurfunksendern kommerzieller Fertigung, die diese VFO–Umtastung bereits vorgesehen haben. Allerdings eignet sich der FSK–Betrieb meist nur für Stationen, die mit getrenntem Sender und Empfänger arbeiten, da Transceiver für den Gleichwellenbetrieb ausgelegt sind und bei Umtastung zwischen f_T und der Differenzfrequenz aus f_M und f_S mit der Gegenstation nicht korrespondieren.

Da verständlicherweise die meisten Amateure einen Eingriff in den VFO ihres Gerätes scheuen, ziehen sie den aufwendigeren AFSK der FSK–Steuerung vor.



1.422 Prinzip des Nf-Konverters

Auf der Empfängerseite des Übertragungsweges wird das Signal zunächst in üblicher Art im Hf- und Zf-Teil des Stationsempfängers aufbereitet.

Im Demodulator, der in SSB-Empfängern als Produktdetektor aufgebaut ist, wird den beiden Übertragungsfrequenzen der ursprünglich im Sender unterdrückte Träger zugesetzt, so daß man im Nf-seitigen Mischprodukt die beiden Nf-Töne f_M und f_S zurückgewinnt, die sich am Lautsprecherausgang abhören lassen.

Die Aufgabe des nachgeschalteten Nf-Fernschreibdemodulators nach **Abb. 1.422,** der auch Konverter oder TU (terminal unit) genannt wird, ist es, die seriellen tonmodulierten Fernschreibzeichen in Fernschreibgleichstromsignale umzuwandeln.

Amplitudenstörungen, wie sie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben wurden, werden zunächst dadurch ausgeschlossen, daß das Nf-Signal des SSB-Empfängers im Eingangsverstärker des Fernschreibkonverters begrenzt wird.

Das Begrenzersignal konstanter Amplitude gelangt an zwei parallelgeschaltete Resonanzkreise, die auf die Frequenzen f_M und f_S abgestimmt sind.

Die in den Schwingkreisen selektierten Nf-Töne werden anschließend gegensinnig gleichgerichtet und addiert, so daß das ursprüngliche senderseitige Fernschreibgleichstromzeichen nullsymmetrisch abgebildet wird.

Durch die Ein- und Ausschwingzeiten der Selektivfilter sind die Flanken des rückgewonnenen Signals als e-Funktionen ausgebildet, so daß ein Schmitt-Trigger nachgeschaltet werden muß, um die Flanken zu regenerieren.

Das Ausgangssignal des Triggers kann direkt zur Steuerung eines elektronischen Fernschreib-TV-Displays oder zur Schaltung des Linienstroms einer mechanischen Fernschreibmaschine über einen entsprechenden Transistor verwendet werden.

In der Amateurfernschreibtechnik wird fast durchweg das Nf-Konverterprinzip verwendet, da auch hierbei kein Eingriff in den vorhandenen Stationsempfänger notwendig ist. Zudem bewegt sich die Aufbereitung der subcarrier-Signale im Nf-Bereich, der mit einfachen Meßmitteln zu beherrschen ist.

Die Zf-Konverter der kommerziellen Funkfernschreibtechnik, die vereinzelt in die Hände von Amateuren gelangen, haben Aufbereitungsfrequenzen um 30 kHz. Hier wird mit wesentlich größerem Aufwand gearbeitet, der zum Nachbau für den Amateurfunk kaum geeignet ist. Zudem sind Eingriffe in vorhandene Geräte notwendig, die den Einsatz für Amateure zumeist ausschließen.

Ältere Zf-Konverter, die teilweise als surplus aus Armeebeständen angeboten werden, sind nicht zu empfehlen. Sie liegen weit unter dem Stand der Technik und den Leistungen moderner Nf-Konverter aus Amateurentwicklungen.

Neben der F 1-Modulation von Fernschreibsendungen bei der Hf-Übertragung wird teilweise auch F 2 für den UKW–Bereich verwendet. Allerdings beschränkt sich dies fast nur auf Direktverbindungen.

F 2 ist an dieser Stelle allein darauf begründet, daß F 3-Geräte aus dem verbreiteten UKW–Relais–Funk zur Verfügung stehen, die sich direkt mit dem AFSK über den Mikrofoneingang ansteuern lassen. Auch hierbei wird auf der Empfängerseite durchweg mit Nf-Konvertern gearbeitet.

F 2 hat für UKW den Vorteil, daß die Frequenzkonstanzanforderungen an Sender und Empfänger nicht allzu hoch sind, da die Tonfrequenzen für Mark und Space hierbei nicht durch die Instabilität der Hf-Trägerfrequenz beeinflußt werden. Wichtig ist allerdings, daß sende- und empfangsseitig mit gleichen Tonfrequenzen gearbeitet wird, da im Gegensatz zu F 1 bei F 2 keine Tonhöhenvariation durch eine Empfänger- oder Senderverstimmung möglich ist.

Zudem muß man bedenken, daß die erforderliche Hf-Bandbreite für F 2 wesentlich größer als für F 1 ist.

Wie noch gezeigt wird, benötigt man für F 1-Sendungen auf UKW etwa 1 kHz für den Hf-Kanal, während die notwendige Bandbreite für F 2 bei amateurüblichen Geräten etwa 8 kHz beträgt.

Die größere Bandbreite bedingt aber einen Verlust der Empfängerempfindlichkeit, da beide im umgekehrt proportionalen Verhältnis zueinander stehen.

Der Fernschreibverkehr im UKW–Bereich wird jedoch zumeist in F 1 über spezielle Relais abgewickelt. Diese haben automatische Frequenzgangkorrektureinrichtungen, so daß im Grunde auch hier mit ein-

fachsten Geräten gearbeitet werden kann. Weiterhin braucht man nicht mit dem auf Kurzwelle üblichen Störspektrum zu rechnen, wodurch die Empfangskonverter wesentlich einfacher zu gestalten sind. Nichtselektive Diskriminatoren können direkt dem Nf-Ausgang des Empfängers nachgeschaltet werden, so daß ein beträchtlicher Aufwand an Analog-Elektronik gespart wird. Allerdings muß betont werden, daß dies nur im jeweiligen Einzugsbereich des Relais möglich ist, wo die Empfangsfeldstärken entsprechend hoch sind.

Bei ungünstigen Empfangsverhältnissen muß man auf die Konverter zurückgreifen, die im „harten" Kurzwellenbetrieb üblich sind.

1.5 Die Verknüpfung von Schrittgeschwindigkeit, Shift und Störsicherheit

Wie bereits im vorhergehenden Abschnitt beschrieben, bewegt sich die eigentliche Aufbereitung der Fernschreibsignale beim Amateurfunk im Nf-Bereich, damit Eingriffe in die zumeist vorhandene SSB–Station vermieden werden können.

Beim verwendeten subcarrier-Verfahren werden den seriellen Fernschreibgleichstromschritten der Maschine oder der elektronischen Tastatur zwei Nf-Töne zugeordnet, die den beiden Kennzuständen Mark und Space des zweiwertigen Codes entsprechen.

In den Anfängen der Amateur-Funkfernschreibtechnik wurde grundsätzlich zwischen den Frequenzen 2125 Hz und 2975 Hz umgeschaltet. Man wählte diese hohen Nf-Töne, um einerseits bei den damaligen breitbandigeren Empfängern eine gute Nf-Spiegelfrequenzsicherheit zu erreichen. Andererseits ließen sich diese Frequenzen als Vielfache von 425 Hz im Vergleich mit Normalfrequenzsendern durch Lissajous-Figuren messen.

Beide Argumente für diese hohen Nf-Töne müssen heute als anachronistisch angesehen werden. Die Bandbreiten sind durch die Verwendung von SSB–Geräten mit steilflankigen Quarz-Filtern erheblich eingeschränkt worden, deren obere Grenzfrequenz bei 2,5 kHz liegt. Zudem bedeuten Frequenzmessungen im Nf-Bereich auch für Amateure heute keine Probleme mehr, da viele bereits mit elektronischen Zählern ausgerüstet sind.

Die Diskussion über die Nf-Töne wurde für die Region 1 der IARU (international radio amateur union) 1975 mit den Vereinbarungen von Warschau abgeschlossen. Danach sollen die Töne der Frequenzen von 1275 Hz und 2125 Hz verwendet werden, soweit man mit einem Hub von 425 Hz arbeitet. Der gedachte subcarrier, der als theoretische Größe nicht reell in Erscheinung tritt, liegt hierbei auf 1700 Hz.

Während man bei der allgemeinen Betrachtung der Frequenzmodulation vom Hub als beiderseitige Frequenzauslenkung zum Träger spricht, gibt man in der Amateurfernschreibtechnik meist den Frequenzbetrag der Umtastung an und nennt diese Differenzfrequenz beider Töne „Shift".

Die Verknüpfung beider Größen ist:

$$Si = 2 \cdot H \text{ in Hz} \qquad (11)$$

Wobei Si die Shift und H der Hub ist.

Greift man bei der Betrachtung der Töne etwas auf die Empfangstechnik der Nf-Konverter vor, so muß man davon ausgehen, daß das subcarrier-Signal erst im Nf-Konverter begrenzt wird. In der gesamten Hf-

und Zf-Aufbereitung des SSB-Empfängers wird die F 1-Charakteristik der Fernschreibsignale dagegen nicht berücksichtigt.

Die im Hf- und vor allem Zf-Aufbereitungsweg notwendige Bandbreite läßt sich näherungsweise aus (12) berechnen:

$$B_{FM} = 2 \cdot (H + f_{n\,max}) \text{ in Hz} \qquad (12)$$

In dieser Beziehung ist B_{FM} die notwendige Filterbandbreite im Empfänger, H der bereits beschriebene Hub und $f_{n\,max}$ die maximale Nachrichteninhaltsfrequenz, die für 50 Baud Schrittgeschwindigkeit mit 80 Hz angegeben wurde.
Danach ergibt sich für 50 Baud und 850 Hz Shift eine notwendige Bandbreite von 1010 Hz.

In diesen erforderlichen Übertragungskanal können besonders im Kurzwellen-Bereich erhebliche Störträger fallen, deren Amplitude weit größer als die der beiden Nutzfrequenzen ist. Im Gegensatz zum UKW-Rauschen haben diese Störsignale meist periodische Form (Sinusstörer), so daß der nachgeschaltete Begrenzer im Nf-Konverter völlig zugestopft wird und das Nutzsignal verlorengeht. Zudem bezieht sich die Hf-Regelung des Empfängers auf die größte selektierte Empfangsfeldstärke, die in den Durchlaßbereich des Filters fällt, wodurch das Nutzsignal ohnehin abgeschwächt wird.

Die Wahrscheinlichkeit, daß Sinusstörer der beschriebenen Art in den notwendigen Empfangskanal fallen, kann man nur dadurch vermindern, daß man die notwendige Bandbreite verkleinert.

Hält man an der Schrittgeschwindigkeit von 50 Baud fest, muß $f_{n\,max}$ in (12) als Konstante angesehen werden, so daß sich lediglich H reduzieren läßt, um die Bandbreite B_{FM} zu verringern.

In den letzten Jahren hat sich aus diesen Gründen speziell für die Kurzwellenübertragung eine Shift von 170 Hz bewährt. Die beiden von der IRAU Region 1 vereinbarten Frequenzen sind hierfür 1275 Hz und 1445 Hz, wodurch man nach (12) bei 50 Baud auf eine Bandbreite von 330 Hz kommt.
Der Empfänger-Aufbereitungskanal ist dadurch um den Faktor 3 schmaler geworden, so daß man zumindest für Sinusstörer einen um diesen Betrag besseren Störabstand erreicht.

Während Kurzwellen-Fernschreibverbindungen meist durch andere Sendungen gestört werden, sind die Übertragungsgrenzen im UKW-Bereich dadurch gesetzt, daß das Signal-Rauschverhältnis so gering wird, daß die Nachricht nicht mehr erkannt werden kann.

Betrachtet man das Rauschen hier als Störung, so muß berücksichtigt werden, daß es im Gegensatz zu Sinusstörern nichtperiodische Form hat.

Für „Störsignale" solcher Art gilt bei FM der Störfaktor:

$$S_{FM} = \frac{A_{st}}{A_n} \cdot \frac{1}{m_F} \qquad (13)$$

Hierbei ist A_{st} die Amplitude des Störsignals, A_n die des Nutzsignals und m_F der bei FM angegebene Modulationsindex. Dieser errechnet sich aus:

$$m_F = \frac{H}{f_{n\,max}} \qquad (14)$$

Bei gegebenen Stör- und Nutzsignalamplituden läßt sich nach (13) der Störfaktor nur dadurch verringern, daß man m_F möglichst groß wählt.

Vergleicht man die beiden für den Amateurfunk vereinbarten Shifts von 170 Hz und 850 Hz unter Berücksichtigung von (13), dann wird man feststellen, daß der Störfaktor bei 850 Hz Shift um den Faktor 5 gegenüber 170 Hz Shift kleiner ist. Dies entspricht einem Störabstandsgewinn von 14 dB.

Werte dieser Größenordnung bestätigen sich in der Praxis, wo man bei 850 Hz Shift und 50 Baud Schrittgeschwindigkeit noch Fernschreibsignale mitschreiben kann, die 12 dB unter dem Rauschen liegen, während dies bei 170 Hz Shift nur bis etwa 3 dB gelingt.

In Ergänzung zu den Störsicherheitsaussagen bezogen auf den Kurzwellenbereich ist zu bemerken, daß man auf den sogenannten höheren Kurzwellenbändern (20, 15 und 10 m) oft ähnliche Übertragungsbedingungen wie auf UKW findet. Dies gilt besonders für Übertragungsbedingungen, bei denen DX–Signale (Nachrichten über große Entfernungen) gerade im Rauschen zu hören sind.

In diesem Falle ist es ratsam, im Gegensatz zur üblichen Kurzwellennorm mit 850 Hz Shift zu arbeiten, denn die Wahrscheinlichkeit, auch bei der Gegenstation im Rauschen aufgenommen zu werden, ist gegenüber 170 Hz Shift wesentlich größer. Leider ist diese Tatsache nur wenigen Amateuren bisher bekannt, denn oft könnten DX–Verbindungen lediglich durch Umschalten auf die größere Shift „gerettet" werden.

Die Zuordnung der von der IARU vereinbarten Töne zu den Kennzuständen des Fernschreibgleichstromsignals ist nur in ihrer Hf-Lage definiert.

Danach ist immer das hochfrequentere Signal der beiden abgestrahlten Frequenzen als Mark zu betrachten, und die um die Shift niedrigere Frequenz ist als Space definiert.

Arbeitet man danach mit einer SSB–Station im unteren Seitenband, ist zu beachten, daß die niedrigere AFSK–Frequenz (1275 Hz) die höhere Hf-Lage hat, und somit für die log. 1 der Fernschreibgleichstromsignalschritte als Mark gesetzt werden muß. Die AFSK–Space–Frequenz ist dann 1445 Hz für 170 Hz Shift bzw. 2125 Hz für 850 Hz Shift (**Abb. 1.51**). Für das obere Seitenband liegen die Frequenzen der Hf-Lage analog zu denen in der Nf-Aufbereitung. Hier ist 1275 Hz als Space zu betrachten, und 1445 oder 2125 Hz sind jeweils Mark.

Allein für den F 2-Betrieb bezieht sich die Definition auf die Nf-Töne, da eine Frequenzänderung durch den Wechsel des Seitenbands nicht in Frage kommt. Für diese Modulationsart ist 1275 Hz eindeutig als Space definiert und 1445 bzw. 2125 Hz als Mark.

Variiert man bei den Störabstandsbetrachtungen die Schrittgeschwindigkeit in den Beziehungen (12) und (13), wird man feststellen, daß der Störfaktor linear mit der Schrittgeschwindigkeit ansteigt.

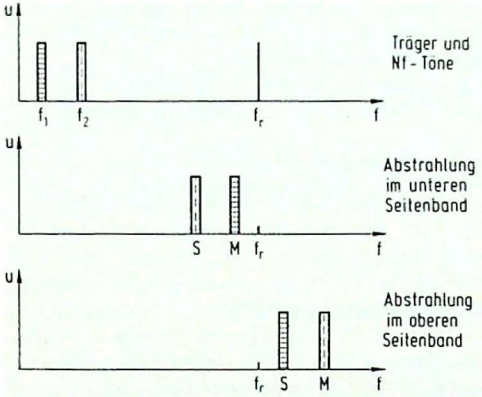
In (12) ist die Bandbreite des notwendigen Übertragungskanals direkt mit der Schrittgeschwindigkeit verknüpft, da die Nachrichteninhaltsfrequenz $f_{n\,max}$ lediglich das Produkt aus einer Konstanten und der Geschwindigkeit in Baud darstellt. Bei gegebenem Hub steigt die Bandbreite mit der Schrittgeschwindigkeit, so daß mit einer größeren Wahrscheinlichkeit von Sinusstörern im Übertragungskanal zu rechnen ist.

Andererseits sinkt der Modulationsindex m_F in (14) mit zunehmender Schrittgeschwindigkeit, so daß der Störfaktor nach (13) umgekehrt proportional größer wird.

Bedenkt man, daß die durchschnittliche Anschlagzahl der Amateure bei 150 Zeichen pro Minute liegt, wenn man die Anhänger des „System Adler" ausklammert, dann wäre es im Sinne des Störabstands sogar ratsam, auf eine geringere Schrittgeschwindigkeit zurückzugehen. Entsprechende 25 Baud würden den theoretischen Störabstand verdoppeln, was einer virtuellen Senderleistungserhöhung um den Faktor 4 entspräche.

Letztlich steht der Störabstand im umgekehrten Verhältnis zur Nachrichtenübertragungsgeschwindigkeit. Untersuchungen der Informationstheorie haben ergeben, daß man zur sicheren Übertragung einer gegebenen Nachricht für das Fernschreiben etwa die fünffache und für Telefonie die 25-fache Leistung gegenüber Morse-Telegrafie benötigt. Die Übertragungsarbeit ist natürlich die gleiche, da die Übertragungszeit für Telefonie wesentlich geringer als für Morse-Telegrafie ist.

Eine Erhöhung der Shift über die genormten 850 Hz ist speziell für den UKW–Betrieb nicht anzustreben. Zwar fällt der Störfaktor nach (13) mit zunehmendem Hub, doch bleibt dabei unberücksichtigt, daß gleich-



1.51 Änderung des Kennzustands der AFSK–Frequenzen bei Seitenbandschaltung

zeitig die Empfängerempfindlichkeit absinkt. Diese steht nämlich im umgekehrten Verhältnis zur notwendigen Empfangsbandbreite, die bei größerer Shift erhöht werden muß (12).

Es wäre somit unsinnig, die Empfängerempfindlichkeit in „Konkurrenz" mit der beschriebenen „Rauschstörsicherheit" zu bringen, da sich der erwartete Gewinn bei höherer Shift aufhebt oder ins Gegenteil wandelt.

Ein zusammenfassendes Ergebnis der Diskussion läßt sich auf folgende Aussagen bringen:

1. Für den üblichen Amateur-Funkfernschreibverkehr sind keine höheren Schrittgeschwindigkeiten als 50 Baud anzustreben, da die gegebene Übertragungsgeschwindigkeit in der Praxis ohnehin weit unterschritten wird.

Die hohen Schrittgeschwindigkeiten bleiben im Experimentierfeld, da sie grundsätzlich mit einem schlechteren Störabstand verbunden sind.

Geringere Schrittgeschwindigkeiten als 50 Baud, die im Sinne eines besseren Störabstands besonders für UKW und die höheren Kurzwellenbänder interessant wären, sind zur Zeit noch nicht realisierbar, da eine entsprechende Umstellung der Maschinen mit großem Aufwand verbunden ist.

2. Für die Amateurfunkbänder, auf denen mit einem hohen Anteil an periodischen Störträgern fremder Sender zu rechnen ist, sollte die 170 Hz-Shift verwendet werden, um damit den Übertragungskanal einzuengen. Experimente mit 85 Hz Shift, die bereits in der kommerziellen Technik üblich ist, sollten bei der zunehmenden Belegung der niederfrequenteren Kurzwellenbänder (80 und 40 m) erwogen werden.

3. Soweit der „Hauptstörfaktor" das nichtperiodische Rauschen ist, wählt man 850 Hz Shift, um so mit dem größeren Modulationsindex die F 1-spezifischen Störabstandsvorteile auszunutzen.
Dies gilt sowohl für den UKW–Bereich als auch für die höheren Kurzwellenbänder, soweit dort entsprechende Übertragungsbedingungen herrschen.
Eine höhere Shift ist nicht anzustreben, da sie zu einem Verlust der Empfängerempfindlichkeit führt, die durch den größeren Störabstand nicht ausgeglichen wird.

1.6 Verzerrungen von Fernschreibsignalen

Bisher wurde die Übertragungssicherheit lediglich in Abhängigkeit von der Amplitude des Nutzsignals im Verhältnis zum Störsignal am Empfängereingang betrachtet.
Das ausreichende Signal-Störverhältnis gibt aber nicht allein eine Garantie dafür, daß die vom Sender abgegebene Nachricht ohne Fehler beim Empfänger geschrieben werden kann.

Im Idealfall haben alle Zeichenschritte an der Empfangsmaschine die gleiche Länge wie an der Sendemaschine. Zudem korrespondieren die den Zeichenschritten zugeordneten Kennzustände, so daß das übertragene Zeichen beim Empfänger fehlerfrei decodiert werden kann.

Erscheint dagegen ein Zeichenschritt beim Empfänger im falschen Kennzustand, dann spricht man von einer „Verfälschung", die beim verwendeten 5-stelligen Code als Fehlschrift ausgedruckt wird.
Eine Datensicherung bei Fehlerkennung eines Schrittes ist nur mit höherstelligen Codes möglich, die aber wegen des großen Aufwands bisher nicht im Amateurfunk verwendet werden.

Andererseits können die Zeichenschritte an der Empfangsmaschine nicht die richtige Länge haben, so daß ihre Kennzeitpunkte unterschiedlich zu denen des Senders sind. Diese Differenz der Kennzeitpunkte wird als „Telegrafieverzerrung" bezeichnet, womit praktisch alle Fernschreibsendungen in verschiedenster Art behaftet sind.
Die Telegrafieverzerrung wird als Maß für die Güte einer Fernschreibübertragungsstrecke angegeben.

Bei der arrhythmischen Modulation der seriellen Fernschreibgleichstromzeichen wird die Verzerrung auf den Sollwert der Kennzeitpunkte bezogen. Man untersucht die Abweichungen über einen bestimmten Zeitraum und nennt die einzelnen Verzerrungswerte, die dabei zunächst gemessen werden, „individuelle Verzerrungen".

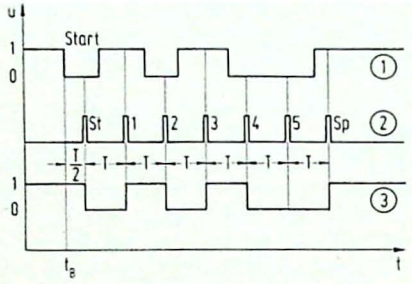
Der größte absolute Betrag der individuellen Verzerrungen innerhalb der Messung wird als „Bezugsverzerrung" bezeichnet. Auf diesen schlechtesten Wert ist die Güte der Übertragungsstrecke zu beziehen. Messungen dieser Art sind im Rahmen des Amateurfunks kaum möglich, da die notwendigen Geräte sehr aufwendig sind und nur in der kommerziellen Technik verwendet werden.
Es ist aber notwendig, die Ursachen von möglichen Fehlerquellen zu kennen, um sie vorbeugend vermeiden zu können.

Zum Verständnis dieser Betrachtungen ist es wichtig zu wissen, daß die seriell am Empfänger (Maschine oder Elektronik) einlaufenden Signale nach **Abb. 1.61** in der Mitte ihrer einzelnen Schritte abgetastet werden. Die Abtastdauer liegt etwa bei 5 bis 10 % der Schrittdauer. Bei der idealen Übertragung der Zeichen wird man also immer den richtigen Kennzustand zur vorgeschriebenen Zeit erkennen.

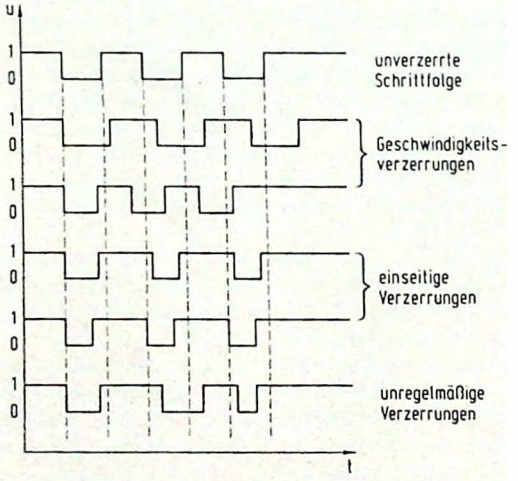
Sind die einlaufenden Zeichenschritte vor- oder nacheilend, dann bleibt ein gewisser Sicherheitsspielraum erhalten, da die Abtastzeit nur ein Bruchteil der eigentlichen Sollschrittlänge beträgt.
Für eine punktförmige Abtastung wäre dieser sogenannte „Empfangsspielraum" jeweils 50 % für die Voreilung und die Nacheilung des abzutastenden Schrittes.
In der Praxis hat die Abtastung aber eine endliche Länge, wodurch der Spielraum kleiner als 50 % sein muß. Die CCITT hat empfohlen, daß der Spielraum der Maschinen nicht kleiner als 35 % sein soll. Bei modernen Maschinen und elektronischen Empfangsgeräten kann der Spielraum bis zu 45 % angesetzt werden, so daß man nahe an den Idealfall heranreicht.

Die Verzerrungen der Fernschreibsignale können die unterschiedlichsten Ursachen haben. Sie werden in ihrer typischen Form klassifiziert, so daß die Fehlerquelle meist schon aus der Art der Verzerrungen zu bestimmen ist.
Abb. 1.62 zeigt die möglichen Verzerrungsformen im Vergleich zu einer unverzerrten Schrittfolge. Der Impulsplan ist als jeweilige Messung nach dem Schmitt-Trigger im Empfangskonverter aufzufassen, wo die Signalflanken bereits regeneriert sind.

Drehzahlverzerrungen entstehen dann, wenn die Geschwindigkeiten der sender- und empfangsseitigen Maschinen nicht übereinstimmen. Kleine Abweichungen von 1 bis 2 % sind dabei allerdings zulässig, da mit dem Start-Schritt jedes Zeichens die Phasenbeziehung zwischen Sender und Empfänger wieder hergestellt wird.
Größere Abweichungen können allerdings zu Verfälschungen führen. Besonders kritisch ist dies bei Fernschreibübertragungen mit maximaler Zeichenfolge. Ist die Geschwindigkeit des Senders dabei zu hoch, kann



1.61 Impulsplan zum Prinzip der Abtastentzerrung



1.62 Typische Verzerrungen der Fernschreibsignale

der Empfänger nicht rechtzeitig in seine Ausgangslage zurücklaufen, um den Start-Schritt zu erkennen. Läuft der Empfänger etwas schneller, werden zwar die Kennzustände nicht in der Mitte abgetastet, sondern etwas voreilend, aber der Stop-Schritt ist so lang, daß er zum Lauf des Empfängers in die Ruhelage ausreicht.
Konkret heißt das, daß man z.B. mit einer 50 Baud-Maschine bei Verstellung des Abtastpunktes eine 45 Baud-Sendung bei maximaler Zeichenfolge mitschreiben kann, während es im umgekehrten Fall Fehlschriften durch den zu kurzen Stop-Schritt gibt.
Grundsätzlich sollte man aber immer innerhalb einer Übertragungsstrecke mit gleicher Schrittgeschwindigkeit arbeiten, um so den Empfangsspielraum der Maschinen für andere nicht vermeidbare Verzerrungen offenzuhalten.

Von sogenannten einseitigen Verzerrungen spricht man dann, wenn alle Schritte des einen Kennzustands länger als die des anderen sind. Dies tritt in den meisten Fällen dann auf, wenn im Empfangskonverter die Schwelle des Triggers zur Flankenregenerierung nicht nullsymmetrisch liegt. Eine entsprechende Nacheichung verschafft Abhilfe.
Andererseits kann zwar die Schwelle des Triggers den Sollwert haben, aber die Amplituden der Selektivkreise können unterschiedlich sein, so daß auch hier eine Nachstimmung erforderlich ist.

Bei unregelmäßigen Verzerrungen sind die Werte der individuellen Verzerrungen völlig zufällig, so daß sich kein gesetzmäßiger Zusammenhang erkennen läßt. Sie rühren meist vom Hf-Übertragungsweg her. Die Ursachen sind im allgemeinen Störspannungen, Rauschen und selektives Fading (Schwund), so daß sich keine gezielte Abhilfe vornehmen läßt.
Charakteristische Verzerrungen sind systembedingt.
So kann man beim Empfangskonverter mit einem Verzerrungsgrad von 5 % rechnen, wofür Einschwingzeiten der Filter, die Drift der verwendeten aktiven Bauelemente und die nicht exakte Abstimmung verantwortlich sind.
Weiterhin muß man für die Fernschreibmaschine eine Eigenverzerrung von 2 % in Rechnung stellen, da die Trägheit der Mechanik nicht ganz ausgeschlossen werden kann. Elektronische Empfangsgeräte schneiden hier besser ab, da ihr Verzerrungsgrad allein durch die Genauigkeit des Taktgenerators bestimmt wird.
Zudem darf man nicht die Verzerrungen auf der Senderseite vernachlässigen, mit denen das empfangene Signal bereits behaftet ist. Bei einem sorgfältig abgestimmten Übertragungsweg ist somit immer mit einer Eigenverzerrung von 10 % für den worst-case Fall (ungünstigste Bedingungen) zu rechnen.

Diese Größenordnung ist allerdings völlig unkritisch, da sie vom Empfangsspielraum der Geräte aufgefangen wird.

In der Fernschreibliteratur werden immer wieder elektronische Empfangsentzerrer beschrieben und angeboten, unter dem Vorwand, daß sie die Übertragungssicherheit in Verbindung mit mechanischen Maschinen verbessern.

Diese Darstellungen sind als technische Scharlatanerien zu werten, da die Geräte dem Empfangskonverter nachgeschaltet werden müssen, wo das Signal bereits die typischen Verzerrungen enthält.

Die Elektronik des Entzerrers macht aber nichts anderes als die Empfangsmechanik der Maschine. Sie tastet ebenfalls die Kennzustände der Zeichenschritte zu bestimmten Sollzeitpunkten ab. Der Spielraum des Entzerrers ist somit vergleichbar mit dem der Maschine, nur daß diese auf mechanischem Wege arbeitet. Der Erfolg einer solchen Reihenschaltung besteht lediglich darin, daß die nachgeschaltete Maschine die auf dem Übertragungsweg entstandenen und im „Entzerrer" erkannten Verfälschungen in exakter Schrittlänge „serviert" bekommt.

Elektronische Entzerrer haben ihre Berechtigung nur dann, wenn sie analog zur Maschine als Serien-Parallel-Wandler im Eingang einer Display-Elektronik verwendet werden, um einerseits das serielle Signal im Rahmen ihres Spielraums zu erkennen und andererseits einen definierten Taktbezug für die nachfolgende Elektronik zu schaffen.

Eine Reihenschaltung von Entzerrern, seien es nun mechanische oder elektronische, bewirkt keine Verbesserung der Empfangssicherheit, sondern sorgt durch die Addition der charakteristischen Verzerrungen für eine Verschlechterung der Verhältnisse.

Zwei wichtige Details des Betriebs von mechanischen Maschinen sollen hier noch in Hinblick auf die charakteristischen Verzerrungen angesprochen werden:

Man findet an jeder Maschine den sogenannten Empfangssteller mit einer Teilung von 120°. Hiermit kann man den Abtastzeitpunkt der Maschine einstellen. Steht der Teiler in der Mitte der Skala, dann wird bei übereinstimmender Geschwindigkeit zwischen Sender und Empfänger in der Mitte der Zeichenschritte abgetastet. Durch Verstellung des Teilers kann man die Abtastung innerhalb der erwarteten Schritte vor- oder zurückschieben. Diese Möglichkeit ist zur Kompensation von Kabellaufzeiten vorgesehen worden, so daß man für die Hf-Übertragungen des Amateurfunks den Teiler grundsätzlich auf seiner Mittenstellung belassen sollte.

Weiterhin gebührt der Linienstromversorgung eine besondere Beachtung. Mit dem Linienstrom wird der Empfangsmagnet der Maschine

erregt, der die elektrischen Signale in mechanische Bewegung umsetzt. Die Induktivität des Magneten bedingt bei den Sprungfunktionen der Signalschritte eine sogenannte Einschwingzeit, bei der der Erregerstrom durch die Spule des Magneten nicht der plötzlichen Umschaltung der steuernden Schaltstufe folgen kann. Die Gegeninduktionsspannung der Spule erzeugt somit erhebliche Signalverzerrungen, die je nach Größe der Induktivität bis zu 40 % betragen können.
Die Einschwingvorgänge lassen sich dadurch verkürzen, wenn man den induktiven Charakter des Linienstromkreises durch Reihenschaltung eines Widerstandes in einen näherungsweise ohmschen umwandelt.
In der Elektronik spricht man hierbei von der Einprägung eines Stroms über eine Konstantstromquelle, die lediglich eine Spannungsquelle mit einem sehr hohen Innenwiderstand ist.
Zwar zieht der Empfangsmagnet, dessen Induktivität einige Henry beträgt, meist schon bei 30 bis 40 V angelegter Spannung an, doch muß man mit ihm etwa 2 bis 3 kΩ in Reihe schalten, um die Einschwingzeiten auf ein vertretbares Maß zu reduzieren.

In der Praxis soll die Spannung der Linienstromversorgung bei 120 V liegen. Der Vorwiderstand (Drahtwiderstand mit Abgriffschelle 5 W) wird so eingestellt, daß der vorgeschriebene Strom von etwa 40 mA fließt.

Viele Amateure beachten zwar diese Regel, doch schalten sie oft ihre Zweitmaschine oder den Empfangslocher mit in diesen Strompfad. Hiervon ist dringend abzuraten, da sich einerseits die Induktivitäten der Magnete addieren, und andererseits Ausgleichsströme bei unterschiedlichen in Serie geschalteten Induktivitäten auftreten können. Beides führt wiederum zu unnötigen Verzerrungen innerhalb der Maschinen. Alle Geräte sollten ihre eigene Linienstromversorgung nach der beschriebenen Form haben, um so die charakteristischen Verzerrungen auf einem Minimum zu halten.

2 Elektronische Grundschaltungen in der Fernschreibtechnik

Die Geräte in der Amateur-Funkfernschreibtechnik werden in zunehmendem Maße elektronifiziert. Die hohe Integration der Halbleiterbausteine gestattet auch dem Amateur eine Schaltungs- und Funktionskomplexität, die zur Zeit der Röhrentechnik nicht möglich war. Zudem sind ICs (integrated circuits) durch ihre Fertigung in sehr hohen Stückzahlen so preiswert geworden, daß es sich in den meisten Fällen kaum lohnt, Schaltungen in diskreter Form aufzubauen.
Analog zur Verständnisbarriere, die sich bei der Halbleitereinführung den älteren Amateuren stellte, als sie von der Röhre auf den Transistor umdenken mußten, ist die Verständnisschwelle gestaltet, die vom einzelnen Transistor zur integrierten Schaltung führt.

Hier soll versucht werden, die Funktion der Grundbausteine zu erklären, die speziell in der Amateurfernschreibtechnik von Interesse sind. Unterschieden wird dabei zwischen den Verstärkern mit Übertragungsfunktionen aus der Analog-Technik und logischen Schaltungen aus der Digital-Technik.

2.1 Der Operationsverstärker

Der Name Operationsverstärker stammt aus der Analog-Rechentechnik (Operation = Rechenvorgang), wo mit ihm durch Zuschalten externer Bauelemente mathematische Funktionen auf elektrischem Wege nachgebildet werden, so daß beim Eingeben bestimmter Variabler am Ausgang der Schaltung das gewünschte Rechenergebnis wiederum in elektrischer Form erscheint.

Operationsverstärker sind Gleichstromverstärker mit hohem Verstärkungsfaktor, deren Übertragungsfunktion sich durch die Wahl der externen Bauelemente in weiten Grenzen variieren läßt. Die Schaltung besteht im Prinzip aus einem eingangsseitigen Differenzverstärker, einem nachgeschalteten Gleichstromverstärker mit hohem Verstärkungsfaktor und einem komplementären Emitterfolger als Ausgang.

Die Stromversorgung ist im allgemeinen nullsymmetrisch mit den Normspannungen + 15 V und - 15 V. Dies gestattet ein- und ausgangsseitige Signalaufbereitungen, die sowohl positiv als auch negativ liegen können.

Nach dem Schaltsymbol der **Abb. 2.11** hat der OP (Kurzform für Operationsverstärker) zwei Eingänge und einen Ausgang. Während zwischen dem Plus-Eingang und dem Ausgang Phasengleichheit besteht, erscheint das Signal um 180° phasengedreht, wenn man den Minus-Eingang verwendet.

Für die Anforderungen der Amateurfunk-Elektronik kann man den OP mit der Gewißheit in vorgegebene Schaltungen einbauen, daß sie in weiten Grenzen reproduzierbar sind.

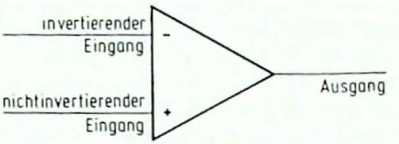
Der Grund liegt in seinen technischen Eigenschaften, die weit höherwertig als die in der jeweiligen Schaltung geforderten sind. Hierdurch fallen die Datenstreuungen des Verstärkers heraus, und die Funktion der Schaltung bleibt lediglich abhängig von den Werten der extern zugeschalteten passiven Bauelemente.

Diese bezeichnenden technischen Eigenschaften geben einerseits dem Entwickler die Möglichkeit, definitive technische Daten seiner Schaltungen zu publizieren, die jeder Zeit ohne den typischen Trimmaufwand der Analog-Elektronik nachvollzogen werden können. Andererseits kann der Amateur die Schaltungen mit einfachsten Mitteln nachbauen, da keine spezielle Bauelementeselektion notwendig ist.

Allerdings ist es notwendig, den „Mut zum Operationsverstärker" zu finden, damit man ihn als Bauelement wie jeden Transistor oder Widerstand betrachtet, ohne Gedanken darüber zu verlieren, wie es im Inneren der Schaltung aussieht.

Inzwischen werden Operationsverstärker für alle Betriebsarten des Amateurfunks eingesetzt. Sie eignen sich besonders für Signalaufbereitungen innerhalb des Nf-Bereichs, wodurch speziell RTTY und SSTV (slow scan television = Schmalbandfernsehen) angesprochen werden. Maßgeblich für diese Entwicklung ist die Schaltungstechnik der sogenannten aktiven Filter, die sich mit Hilfe der OPs unter Vermeidung der schwierig herstellbaren Induktivitäten bei allen Selektionsproblemen im Nf-Bereich durchgesetzt hat.

2.11 Schaltsymbol des Operationsverstärkers



2.2 Der 741

Auf dem Halbleitermarkt gibt es inzwischen eine Unzahl unterschiedlicher Operationsverstärker, die jeweils für die speziellen Anwendungen der Elektronik entwickelt worden sind.
Bei diesen Entwicklungen sind zumeist bestimmte Daten an die eines idealen OPs angenähert worden, während andere Parameter zwangsläufig unter Kompromissen „vernachlässigt" werden mußten.
Gegenüber diesen vielen Spezialausführungen ist der Typ 741, der von einer ganzen Reihe Firmen hergestellt wird, ein sogenannter Universal-Operationsverstärker, bei dem die technischen Daten nicht für eine bestimmte Anwendung speziell „gezüchtet" worden sind.
Ursprünglich für die militärische Anwendung entwickelt, wird der 741 heute auf allen Gebieten der Elektronik eingesetzt und daher auch in riesigen Stückzahlen gefertigt. Durch die vielseitige Anwendung ist sein Preis seit dem Erscheinen auf dem allgemeinen Markt auf 1 % abgesunken, so daß er inzwischen in der Größenordnung eines üblichen Transistors liegt.

Die Leerlaufverstärkung (ohne Gegenkopplung) des 741 wird mit 10^5 angegeben. Allerdings fällt dieser Faktor von 10 Hz bis 1 MHz in Abhängigkeit zur Frequenz bis auf 1 ab.
Wesentlich aufschlußreicher für die Praxis ist das sogenannte Verstärkung – Bandbreite – Produkt (gain bandwidth product) f_B und wird daher auch meist in den Datenblättern für OPs angegeben. f_B ist beim 741 1 MHz und gilt ab 10 Hz aufwärts. Mit Hilfe von f_B läßt sich die Übertragungsverstärkung $v_ü$ für eine bestimmte Arbeitsfrequenz f_A errechnen:

$$v_ü = \frac{f_B}{f_A} \qquad (15)$$

In der Amateurfernschreibtechnik wird in Analogschaltungen maximal mit 2,5 kHz gearbeitet, so daß man bei dieser Frequenz noch mit einem Verstärkungsfaktor von 400 rechnen kann, der für eine gute Nähe-

rung der durch die externen Bauelemente vorgegebenen Funktion reicht.

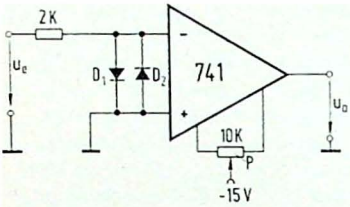
Der Hintergrund des Verstärkungsabfalls mit zunehmender Frequenz liegt in der internen Phasenkompensation des OPs. Jede Verstärkerschaltung ist mit einer bestimmten Laufzeit behaftet. Erhöht man die Arbeitsfrequenz, dann ist irgendwann der Wert erreicht, bei dem die Rückkopplungsbedingungen durch die interne Phasendrehung erfüllt sind, so daß die Schaltung schwingt. Durch eine Phasenkompensation der Schaltung kann man dies verhindern. Da diese Kompensation aber eine frequenzabhängige Gegenkopplung darstellt, muß man eine Einengung der Bandbreite in Kauf nehmen.
Im 741 ist die Phasenkompensation bereits vorgesehen, so daß nicht mit der typischen Schwingneigung zu rechnen ist.

Durch Streuung der internen Bauelemente, die technologisch bedingt sind, und unsymmetrische Versorgungsspannungen liegt die Ausgangsspannung meist nicht auf 0 V, wenn man die Eingänge an Masse legt. Beim 741 hat man zum sogenannten Nullabgleich des Ausgangs zwei zusätzliche Anschlüsse aus der Schaltung herausgeführt, mit denen man über ein externes Potentiometer den Ausgang auf das gewünschte Null-Potential einstellen kann.

Die Versorgungsspannung des 741 ist nullsymmetrisch und kann zwischen $\pm$ 3 V und $\pm$ 15 V variiert werden. Allerdings sollte man möglichst die höchste Spannung verwenden, da nur hierfür der angegebene Wert von f_B gilt. Er sinkt mit abfallender Versorgungsspannung.
Die Stromaufnahme ist für beide Spannungen etwa 3 mA ohne Belastung der Schaltung, soweit mit $\pm$ 15 V gearbeitet wird.
Die maximale Belastung des 741 beträgt jeweils 20 mA. Bei höherer Stromaufnahme bricht die Ausgangsspannung zusammen, da der Komplementär-Emitterfolger Kurzschluß - geschützt ist.
Dies hat den Vorteil, daß man mit dem Baustein nicht allzu vorsichtig umgehen muß.

Die Eingänge dürfen mit einer maximalen Amplitude von $\pm$ 13 V angesteuert werden. Höhere Werte zerstören den Eingangs-Differenzverstärker.

Für den Eingangs- und den Ausgangswiderstand des OPs können keine absoluten Werte angegeben werden, da sie von der externen Beschaltung abhängig sind. Man kann aber im Vergleich zu üblichen Transistorschaltungen davon ausgehen, daß der Eingang sehr hochohmig und der Ausgang innerhalb seiner Belastungsgrenzen sehr niederohmig ist.



2.31 Begrenzerschaltung mit dem OP 741

2.3 Begrenzer

Der Begrenzer hat die Aufgabe, ein Signal bestimmter Frequenz, das mit Amplitudenschwankungen behaftet ist, in eines mit konstanter Amplitude zu wandeln, wobei die Grundfrequenz erhalten bleiben soll.

Abb. 2.31 zeigt die Schaltung eines Begrenzers mit dem beschriebenen Operationsverstärker 741. Der OP wird in diesem Falle ohne Gegenkopplung betrieben, so daß mit der vollen Leerlaufverstärkung gearbeitet wird. Die Ausgangsamplitude beträgt maximal $\pm$ 14 V, so daß bei einem angenommenen Verstärkungsfaktor von 1000 (f_A = 1000 Hz) bereits eine Eingangsamplitude von 30 mV ausreicht, um den Ausgang des Verstärkers voll durchzusteuern.

Da die Eingangsamplitude aber meist weit höher liegt, wird der OP völlig in seine Begrenzung gesteuert, so daß nach **Abb. 2.33** zwar die Amplitudenschwankungen des Eingangssignals verloren gehen, was beabsichtigt ist, aber die Nulldurchgänge und damit die Grundfrequenz erhalten bleiben.

Durch die erhebliche Übersteuerung des OPs werden die internen Transistoren in völlige Sättigung geschaltet, so daß die erneute Umschaltung zur anderen Polarität nach dem Nulldurchlauf des Eingangssignals verzögert wird, da zunächst die Basis-Emitter Kapazitäten entladen werden müssen.

Den Übersteuerungsgrad kann man dadurch einschränken, wenn man vom Minus-Eingang des OPs zwei Dioden antiparallel nach Masse schaltet, so daß bereits die Eingangsamplitude auf die doppelte Diodenschwellspannung begrenzt wird.

Um hierbei die Steuerspannungsquelle nicht zu sehr zu belasten, muß vor die Dioden ein Widerstand gelegt werden.

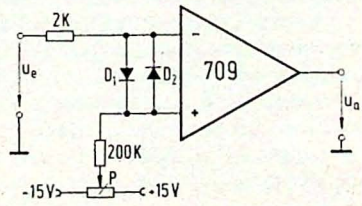
Mit dem Potentiometer P wird der Nullabgleich des Ausgangs vorgenommen. Da aber mit der vollen Verstärkung gearbeitet wird, läßt sich der Ausgang kaum in der üblichen Weise auf 0 V einstellen, weil er bei

kleinsten Spannungsänderungen am Eingang in die eine oder andere Sättigung springt.
Bei Begrenzerschaltungen wird zum Abgleich ein Eingangssignal der erwarteten Arbeitsfrequenz vorgegeben, dessen Amplitude nur so groß sein soll, daß die Schaltung gerade in die Begrenzung gesteuert wird. Mit P wird dann die Ausgangsspannungsform so eingestellt, daß die gekappten positiven und negativen Amplitudenspitzen gleiche Breite haben.
Diese Symmetrierung ist notwendig, da nur dann der maximale Amplitudenanteil der Grundfrequenz aus der erzeugten periodischen Rechteckspannung selektiert werden kann. Bei exakter Einstellung beträgt er nach der Fourieranalyse 1/3 der Maximalamplitude des Ausgangssignals.

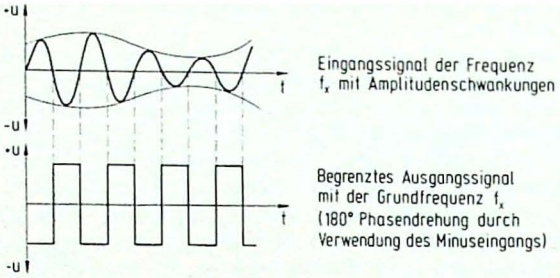
Die Bandbreite des Begrenzers ist durch die maximale Flankensteilheit (slew rate) des Ausgangssignals eingeengt. Der 741 hat eine Schaltflankensteilheit von 0,5 V/µs, die durch die internen Phasenkompensationselemente bedingt ist. Zur Schaltung über die gesamte Ausgangsamplitude von 28 V sind somit 56 µs notwendig. Zur Periode eines Wechselstromsignals gehören aber zwei volle Amplitudendurchläufe, für die letztlich 112 µs benötigt werden. Bildet man aus dieser Periodendauer die zugehörige Frequenz, stellt man fest, daß der 741 nur bis etwa 9 kHz als Begrenzer zu verwenden ist, soweit man die volle Ausgangsamplitude ausnutzen will.

Sollen höhere Frequenzen begrenzt werden, verwendet man am besten einen OP, der keine interne Phasenkompensation besitzt. Der Typ 709, ein Vorläufer des 741, ist hierzu sehr gut geeignet.
Nach **Abb. 2.32** läßt man die sonst notwendigen externen Phasenkompensationselemente weg, so daß die maximale Begrenzungsfrequenz durch die wesentlich höhere Flankensteilheit bei 1 MHz liegt, wenn man mit der vollen Ausgangsamplitude arbeiten will. Da beim 709 keine Anschlüsse zum Nullabgleich herausgeführt sind, muß er über eine externe Widerstandsbeschaltung am Plus-Eingang vorgenommen werden.

Für den Anwendungsbereich der Fernschreib Nf-Konverter reicht die Grenzfrequenz von 9 kHz des 741 voll aus. Zudem ist zu bedenken, daß



2.32 Begrenzerschaltung mit dem OP 709



2.33 Übertragungscharakteristik des Begrenzers

durch die Begrenzung ein erhebliches Oberwellenspektrum erzeugt wird, das umso breitbandiger ist, je steiler die Flanken des Ausgangssignals sind.

Man sollte somit den 741 erst dann durch den 709 ersetzen, wenn Frequenzen oberhalb von etwa 10 kHz zu begrenzen sind, um so das Störspektrum, das immer durch steilflankige Signale entsteht, möglichst gering zu halten.

2.4 Aktive Filter

Die empfangsseitige Aufbereitung des subcarrier-modulierten Fernschreibsignals stellt in der Amateurfernschreibtechnik spezielle Selektionsprobleme für den Nf-Bereich.

Zwar wurden für den meist störungsfreien UKW–Betrieb einige Nf-Konverter Entwicklungen publiziert, die durch breitbandige Diskriminatoren und PLL–Schaltungen (phase locked loop) das Fernschreibsignal ohne Selektion der Kennfrequenzen demodulieren, doch wird man für den Kurzwellenbetrieb weiterhin selektive Schaltungen benötigen, die das Nutzsignal aus dem überaus hohen Störspektrum herausfiltern können.

Selektive Filter und Paßfilter höherer Ordnung lassen sich nicht durch RC–Netzwerke nachbilden, da die Frequenzgänge konjugiert komplexe Pole besitzen. Sie lassen sich nur durch Zuschalten von Induktivitäten realisieren, die aber im Nf-Bereich unhandlich große Werte annehmen und daher schwierig herzustellen sind.

Lange Zeit hat man für diesen Zweck im Amateurfunk sogenannte Pupin-Spulen genommen (Pupinleitung = spezielle Übertragungsleitung

der Nachrichtentechnik). Die bei diesen 88 mH-Toroiden vorgegebene Induktivität schränkte aber die Schaltungsvariation erheblich ein.

Inzwischen haben sich aktive Filter durchgesetzt, bei denen die gewünschten Frequenzgänge durch spezielle RC–Rückkopplungen an Operationsverstärkern simuliert werden.

Die Theorie der aktiven Filter reicht weit in die Wechselstromtechnik und in die höhere Mathematik hinein, so daß der Amateur bei einer allgemeinen Betrachtung der Schaltungen überfordert wäre.
Hier sollen nur Beispiele für die spezielle Anwendung in der Fernschreibtechnik gegeben werden, die in ihren theoretischen Ableitungen soweit reduziert worden sind, daß sie in die Praxis der Amateurfernschreib-Elektronik übernommen werden können.

2.41 Tiefpaßfilter

Die **Abb. 2.411** zeigt ein passives Tiefpaßfilter 1. Ordnung, das auch als RC–Integrationsglied bekannt ist. Es besteht aus einem Wechselspannungsteiler, bei dem die Teilerspannung am Kondensator mit zunehmender Frequenz abnimmt, weil sein Wechselstromwiderstand in hyperbolischer Abhängigkeit zur Frequenz steht.
Die Schaltung hat wie alle passiven Spannungsteiler den Nachteil, daß sie belastungsabhängig ist, so daß ein Impedanzwandler nachgeschaltet werden muß, dessen Eingangswiderstand weit größer als der der Teilerelemente sein soll.

Als Impedanzwandler eignet sich am besten ein als nichtinvertierender Verstärker geschalteter OP (Elektrometerverstärker), durch den das RC–Glied kaum belastet wird.

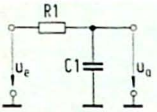
Die Grenzfrequenz f_{max} der Schaltung nach **Abb. 2.412** wird:

$$f_{max} = \frac{a1}{2\pi \cdot R1 \cdot C1} \qquad (16)$$

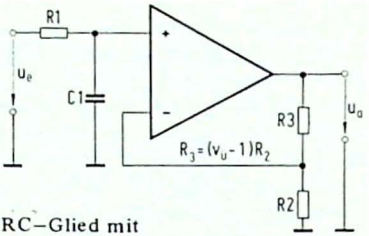
f_{max} ist in Hz, R in Ohm und C in Farad einzusetzen. Für den konstanten Faktor a1 gilt, wie noch gezeigt wird, an dieser Stelle der Wert 1.

Im Gegensatz zum passiven RC–Glied kann man bei dieser Filterschaltung eine beliebige Übertragungsverstärkung $v_{ü}$ vorwählen, die von dem Verhältnis der Widerstände R2 und R3 abhängig ist:

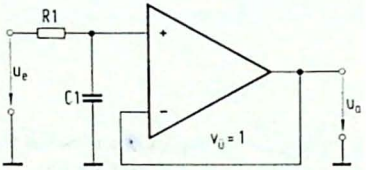
$$v_{ü} = (1 + \frac{R3}{R2}) \qquad (17)$$



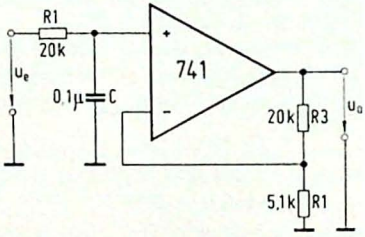
2.411 Passiver Tiefpaß
1. Ordnung RC–Wechselspannungsteiler



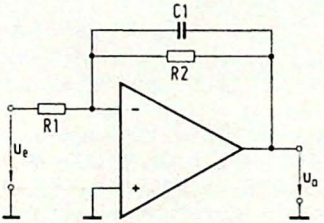
2.412 Aktiver Tiefpaß 1. Ordnung RC–Glied mit nachgeschaltetem Impedanzwandler



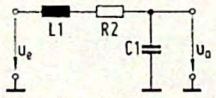
2.413 Aktiver Tiefpaß
1. Ordnung Übertragungsverstärkung = 1



2.414 Aktiver Tiefpaß
1. Ordnung Grenzfrequenz
f_{max} = 80 Hz
Übertragungsverstärkung $v_ü$ = 5



2.415 Aktiver Tiefpaß
1. Ordnung Filter im Gegenkopplungszweig



2.416 Passiver Tiefpaß
2. Ordnung Induktivität notwendig

Bei vorgegebener $v_{ü}$ kann man R3 durch $v_{ü}$ und R2 ausdrücken:

$$R3 = (v_{ü} - 1) \cdot R2 \qquad (18)$$

Wählt man die Übertragungsverstärkung 1, wird R3 Null Ohm, so daß der Ausgang direkt mit dem Minus-Eingang gegengekoppelt ist. In diesem Falle kann man auch R2 weglassen (**Abb. 2.413**).

In **Abb. 2.414** ist ein Tiefpaßfilter 1. Ordnung für die Modulationsinhaltsfrequenz von 50 Baud bemessen, so daß f_{max} mit 80 Hz vorgegeben ist. Zudem soll die Übertragungsverstärkung 5 betragen, und der Kondensator wird mit 0,1 µF festgelegt. Stellt man (16) nach R1 um erhält man:

$$R1 = \frac{1}{2\pi \cdot 80 \cdot 10^{-7}} \ \Omega$$

$$R1 = 20\ k\Omega$$

Für R2 wird ein Widerstand von 5,1 kΩ vorgegeben, sodaß sich nach (18) für R3 der Wert 20 kΩ ergibt.

Die Schaltung des Tiefpaßfilters 1. Ordnung läßt sich vereinfachen, wenn man das Filter nach **Abb. 2.415** in den Gegenkopplungszweig des OPs einbezieht.

Zur Dimensionierung gibt man wiederum die Übertragungsverstärkung $v_{ü}$ und die Kapazität vor:

$$R2 = \frac{a1}{2\pi \cdot f_{max} \cdot C1} \qquad (19)$$

a1 ist für das einstufige Filter 1. Ordnung wiederum als 1 einzusetzen.

$$R1 = \frac{R2}{v_{ü}} \qquad (20)$$

Bleibt man beim gegebenen Zahlenbeispiel, dann wird R2 = 20 kΩ, R1 erhält den Normwert 3,9 kΩ, während C1 mit 0,1 µF und $v_{ü}$ mit 5 vorgegeben sind.

Soll die Dämpfungsflanke steiler als 6 dB/Oktave bzw. 20 dB/Dekade sein, müssen Filter höherer Ordnung eingesetzt werden.

Nach **Abb. 2.416** erfordert ein Filter 2. Ordnung die Hinzuschaltung einer Induktivität.

Das Tiefpaßfilter läßt sich nach folgenden Beziehungen dimensionieren:

$$R1 = \frac{a1}{2\pi \cdot f_{max} \cdot C1} \tag{21}$$

$$L1 = \frac{b1}{4\pi^2 \cdot f_{max}^2 \cdot C1} \tag{22}$$

Auffällig sind hierbei die beiden Koeffizienten a1 und b1, die zunächst einer besonderen Erläuterung bedürfen.

Filter höherer Ordnung zeigen je nach Dimensionierung in ihrem Frequenzgang eine bestimmte Welligkeit. Je steiler man die Dämpfungsflanke vorgibt, umso höher wird der Welligkeitsanteil vor dem Dämpfungseinsatz. In gleicher Form steigt auch das Überschwingen eines Rechtecksignals, das man über ein solches Filter leitet (Sprungantwort).

Die verschiedenen Übertragungscharakteristiken, die den unterschiedlichen Welligkeiten und Sprungantworten zugeordnet sind, hat man klassifiziert und nach Wissenschaftlern benannt, die sie zuerst in mathematischer Form dargestellt haben (Bessel, Tschebyscheff, Butterworth).

Für die Übertragung von Rechtecksignalen eignet sich das Bessel-Filter am besten, das im Vergleich zwar nicht so steilflankig ist wie die Filter nach Butterworth oder Tschebyscheff, jedoch in der sogenannten Sprungantwort nach dem Passieren des Signals ein wesentlich geringeres Überschwingen der Signalflanken erzeugt.

Die aktiven Filterschaltungen der verschiedenen Filtertypen sind gleich, sie unterscheiden sich lediglich in der Dimensionierung ihrer Bauelemente. Der Filtertyp wird bei der Dimensionierung durch die Koeffizienten a und b festgelegt, deren Variation somit entscheidend für die Übertragungsfunktion des Filters ist.

In der **Tabelle 4** sind die Werte für a und b für Filter mit kritischer Dämpfung, Bessel-Filter und Tschebyscheff-Filter aufgeführt.
Wie man aus der Tabelle erkennt,ist a für alle Filtertypen 1. Ordnung 1, so daß zwischen ihnen kein Unterschied besteht. Bei Filtern 2. Ordnung sind die Werte für a und b bereits verschieden.

Filter höherer Ordnung als 2 werden aus solchen 1. und 2. Ordnung zusammengeschaltet, wobei sich die Ordnungszahl bei der Reihenschaltung summiert. Da sich die Filter in Serienschaltung gegenseitig beeinflussen, müssen die Koeffizienten a und b für jedes Filter bestimmter Ordnung neu gesetzt werden. Man kann also nicht Filter gleicher Dimensionierung zur Erlangung einer höheren Ordnung in Reihe schalten.

Tabelle 4: Koeffizienten zur Filterdimensionierung

Kritische Dämpfung			
Ordnung	Stufe	a	b
1	1	1	0
2	1	1,29	0,41
3	1	0,51	0
	2	1	0,26
4	1	0,87	0,19
	2	0,87	0,19
5	1	0,39	0
	2	0,77	0,15
	3	0,77	0,15
6	1	0,7	0,12
	2	0,7	0,12
	3	0,7	0,12
Bessel			
1	1	1	0
2	1	1,36	0,62
3	1	0,76	0
	2	1	0,48
4	1	1,34	0,49
	2	0,77	0,39
5	1	0,67	0
	2	1,14	0,41
	3	0,62	0,32
6	1	1,22	0,39
	2	0,97	0,35
	3	0,51	0,28
Tschebyscheff 3 dB Welligkeit			
1	1	1	0
2	1	1,07	1,93
3	1	3,35	0
	2	0,36	1,19
4	1	2,19	5,53
	2	0,2	1,2
5	1	5,63	0
	2	0,76	2,65
	3	0,12	1,07
6	1	3,27	11,7
	2	0,41	1,99
	3	0,08	1,09

So gelten z.B. für ein Bessel-Filter 3. Ordnung, das aus einem 1. Ordnung und einem 2. Ordnung zusammengeschaltet wird, für die 1. Stufe 1. Ordnung a1 = 0,76 und für die 2. Stufe 2. Ordnung a2 = 0,77 und b2 = 0,39.

Eine Ausnahme bilden Filter mit kritischer Dämpfung bei geraden Ordnungszahlen. Wie man aus der Tabelle sieht, lassen sich alle Filter 2. Ordnung in gleicher Dimensionierung in Reihe schalten.

Filter mit kritischer Dämpfung sind allerdings in ihrer Dämpfung noch flacher als Bessel-Filter, sie zeigen aber keine Welligkeit und kein Überschwingen der übertragenen Signale. Zudem ist ihre Dimensionierung am einfachsten.

Tschebyscheff-Filter haben die steilste Dämpfungsflanke und bei den gegebenen Werten von a und b eine Welligkeit von 3 dB. Das Überschwingen beträgt beim Filter 4. Ordnung für ein Rechtecksignal 40 %, so daß man bei diesen Signalformen mit erheblichen Verzerrungen rechnen muß (**Abb. 2.417** und **2.418**).

Um beim gegebenen Zahlenbeispiel zu bleiben, soll das passive Filter 2. Ordnung nach **Abb. 2.416** als Bessel-Filter für die Grenzfrequenz 80 Hz dimensioniert werden, wobei C1 wiederum mit 0,1 µF vorgegeben wird. Die Übertragungsverstärkung ist bei passiven Filtern grundsätzlich kleiner als 1.

Die Koeffizienten werden der Tabelle 4 entnommen und sind für a1 = 1,36 und für b1 = 0,62.

Mit diesen Randbedingungen ergeben sich die Werte:

$$R1 = \frac{1{,}36}{2\pi \cdot 80 \cdot 10^{-7}}\ \Omega$$

$$R1 = 27\ \text{k}\Omega$$

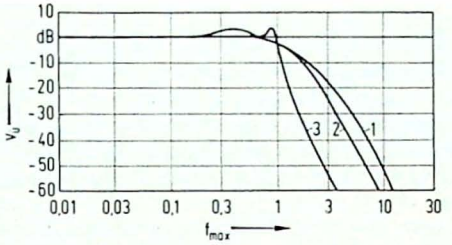
$$L1 = \frac{0{,}62}{2\pi^2 \cdot 80^2 \cdot 10^{-7}}\ \text{H}$$

$$L1 = 49\ \text{H}$$

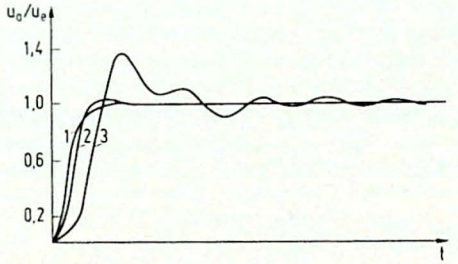
Der Wert von 49 H ist natürlich für den praktischen Aufbau völlig unrealistisch, so daß das Filter in dieser Form kaum hergestellt werden kann.

Auch wenn man für C1 10 µF wählt, bleibt L1 mit 0,49 H noch sehr unhandlich. Zudem wird die Schaltung dann sehr niederohmig, so daß der Innenwiderstand der Spannungsquelle von u_e klein gehalten werden muß.

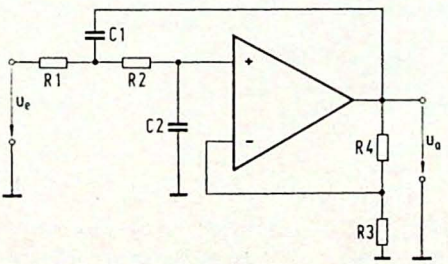
Wesentlich einfacher lassen sich aktive Filter 2. Ordnung aufbauen, zumal die Induktivität völlig wegfällt.



2.417 Frequenzgang Filter 4. Ordnung $v_{ü} = 1$
1 Kritische Dämpfung 2 Bessel-Filter 3 Tschebyscheff-Filter



2.418 Sprungantwort Filter 4. Ordnung (Übertragung von Rechtecksignalen)



2.419 Aktiver Tiefpaß 2. Ordnung OP in Einfachmitkopplung

Man kann die Operationsverstärker dabei in Einfachgegenkopplung, in Mehrfachgegenkopplung und in Einfachmitkopplung schalten.

Filter in Einfachmitkopplung erfordern die wenigsten Bauelemente und lassen sich zudem am einfachsten dimensionieren, so daß dieser Filtertyp hier näher untersucht werden soll.

Abb. 2.419 zeigt die Schaltung eines Tiefpasses 2. Ordnung in Einfachmitkopplung des OPs. Spezialisiert man die Schaltung auf R1 = R2 = R und C1 = C2 = C, dann erhält man folgende Dimensionierungsbeziehungen:

$$R = \frac{\sqrt{b1}}{2\pi \cdot f_{max} \cdot C} \tag{23}$$

$$v_{ü} = 3 - \frac{a1}{\sqrt{b1}} \tag{24}$$

Die Übertragungsverstärkung wird somit durch die Koeffizienten a und b vorgegeben, so daß sie bei dieser Spezialisierung nicht frei wählbar ist. Durch die Wahl von R3 und R4 ist $v_{ü}$ auf den vorgegebenen Wert einzustellen.

Dabei gilt wieder analog zu (18):

$$R4 = (v_{ü} - 1) \cdot R3 \tag{25}$$

Wiederholt man auch hier das Zahlenbeispiel für ein Bessel-Filter 2. Ordnung mit f_{max} = 80 Hz und C1 = C2 = C = 0,1 µF, so kommt man zu folgenden Ergebnissen:

$$R = \frac{\sqrt{0,62}}{2\pi \cdot 80 \cdot 10^{-7}}\ \Omega$$

$$R = 15,7\ k\Omega$$

$$v_{ü} = 3 - \frac{1,36}{\sqrt{0,62}}$$

$$v_{ü} = 1,27$$

Wählt man für R3 10 kΩ, dann ergibt sich nach (25) für R4 der Normwert 2,7 kΩ.
Für R1 und R2 kann man jeweils den Normwert 15 kΩ einsetzen. Zwar wird die Grenzfrequenz dadurch etwas höher, doch ist diese Toleranz in der Praxis meist zulässig.

Die Spezialisierung auf gleiche Bauelemente hat den Vorteil, daß man die Grenzfrequenz mit einem Doppelpotentiometer für R1 und R2 stetig verändern kann, da diese Widerstände nicht in die Übertragungsverstärkung eingehen.

Zu einer weiteren Spezialisierung kommt man, wenn man das Filter mit den Koeffizienten der kritischen Dämpfung berechnet. Durch Überprüfung in der Tabelle 4 erkennt man, daß $v_{ü}$ in jeder Stufe jeder Ordnung als Filter 2. Ordnung den Wert 1 annimmt, wenn man die jeweiligen Koeffizienten in (24) einsetzt.

Mit $v_{ü} = 1$ fallen aber die Widerstände R3 und R4 weg, so daß die Schaltung nach **Abb. 2.4110** lediglich direkt gegengekoppelt werden muß. Da zudem die Koeffizienten in den Filtern geradzahliger Ordnung in jeder Stufe gleiche Werte behalten, kann man Filter kritischer Dämpfung in gleicher Dimensionierung in Reihe schalten, was bei anderen Typen nicht möglich ist.

Als Zahlenbeispiel soll ein Filter 6. Ordnung mit kritischer Dämpfung für 1,5 kHz berechnet werden, das man sich als Tiefpaß für 170 Hz Shift vor dem Begrenzer eines Nf-Konverters vorstellen kann.

Es gelten für alle drei Stufen 2. Ordnung die Koeffizienten a6 = 0,7 und b6 = 0,12. Für C1 = C2 = C wird 33 nF gewählt. Mit diesen Vorgaben erhält man für R1 = R2 = R:

$$R = \frac{\sqrt{0,12}}{2\pi \cdot 1,5 \cdot 10^{3} \cdot 3,3 \cdot 10^{-8}}\ \Omega$$

$$R = 1,1\ k\Omega$$

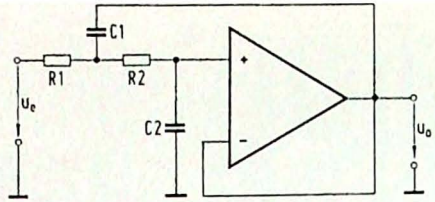
und zur Kontrolle:

$$v_{ü} = 3 - \frac{0,7}{\sqrt{0,12}}$$

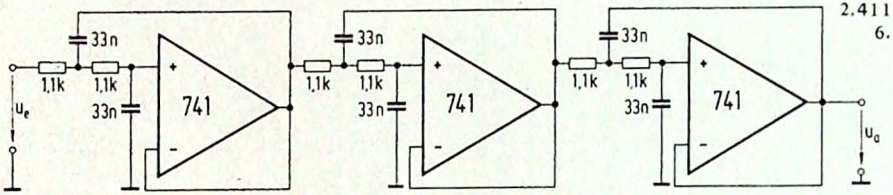
$$v_{ü} = 1$$

Abb. 2.4111 zeigt die fertige Schaltung.

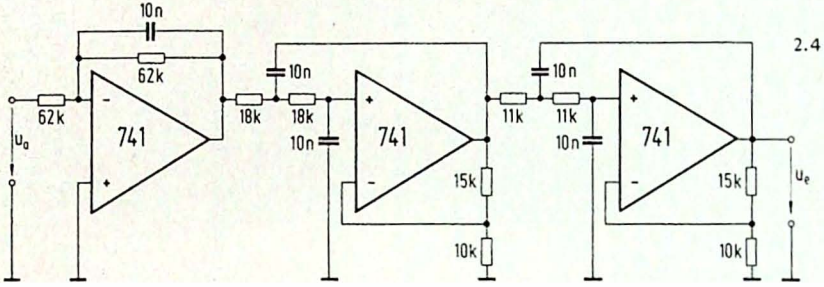
Ein letztes Zahlenbeispiel soll die Technik der Dimensionierung von aktiven Tiefpaßfiltern vertiefen, so daß der Leser anschließend in der Lage ist, Frequenzgänge selbständig zu berechnen.



2.4110 Aktiver Tiefpaß 2. Ordnung
Übertragungsverstärkung = 1



2.4111 Aktives Tiefpaßfilter
6. Ordnung berechnet für
kritische Dämpfung
f_{max} = 1,5 kHz
$v_ü$ = 1



2.4112 Aktives Tschebyscheff-
Tiefpaßfilter 5. Ordnung
f_{max} = 1,5 $v_ü$ = 7

Bleibt man bei einer Grenzfrequenz von 1,5 kHz und möchte ein Tschebyscheff-Filter 5. Ordnung bauen, so muß man drei Stufen vorsehen, wobei die erste Stufe 1. Ordnung ist und die beiden folgenden 2. Ordnung.

Für die erste Stufe gilt der Koeffizient a15 = 5,63. Als Kondensator wird 10 nF vorgegeben und der Einfachheit halber $v_{ü} = 1$. Nach (19) gilt dann:

$$R2 = \frac{5{,}63}{2\pi \cdot 1{,}5 \cdot 10^{3} \cdot 10^{-8}}\ \Omega$$

$$R2 = 60\ k\Omega$$

Es wird der Normwert 62 kΩ gewählt.
R2 erhält nach (20) den gleichen Wert.

Für die zweite Stufe 2. Ordnung gelten die Koeffizienten a25 = 0,76 und b25 = 2,65. Mit C1 = C2 = C = 10 nF wird

$$R1 = R2 = R = \frac{\sqrt{2{,}65}}{2\pi \cdot 1{,}5 \cdot 10^{3} \cdot 10^{-8}}\ \Omega$$

$$R = 17{,}2\ k\Omega$$

Hierfür setzt man den Normwert 18 kΩ ein.

Die vorgegebene Übertragungsverstärkung ist nach (24):

$$v_{ü} = 3 - \frac{0{,}76}{\sqrt{2{,}65}}$$

$$v_{ü} = 2{,}53$$

Setzt man für R3 den Wert 10 kΩ, dann wird R4 nach (25) 15 kΩ, so daß die Forderung für die Übertragungsverstärkung erfüllt ist.

Für die dritte Stufe 2. Ordnung gelten schließlich die Koeffizienten a35 = 0,12 und b35 = 1,07, die ebenfalls der Tabelle 4 entnommen werden.

Bleibt man bei C1 = C2 = C = 10 nF, wird

$$R1 = R2 = R = \frac{\sqrt{1{,}07}}{2\pi \cdot 1{,}5 \cdot 10^{3} \cdot 10^{-8}}\ \Omega$$

$$R = 11\ k\Omega$$

Die geforderte Übertragungsverstärkung ist wiederum durch die Koeffizienten festgelegt:

$$v_{ü} = 3 - \frac{0{,}12}{1{,}03}$$

$$v_{ü} = 2{,}9$$

Bei gewähltem R3 von 10 kΩ wird für R4 der Normwert 18 kΩ eingesetzt.

Der Wert von R4 darf nicht größer gewählt werden, da das Filter bei einer Übertragungsverstärkung von 3 schwingt. Je näher man an $v_{ü} = 3$ herankommt, um so genauer müssen die errechneten Werte eingehalten werden (**Abb. 2.4112**).

Bei Tschebyscheff-Filtern kommt man der Schwing-Gefahr am nähesten, da sich hier immer Werte über 2 für $v_{ü}$ ergeben. Filter mit kritischer Dämpfung und auch Bessel-Filter sind unter dieser Betrachtungsweise unkritisch, allerdings haben sie auch nicht eine so steile Dämpfungsflanke wie das entsprechende Tschebyscheff-Filter. Der Vergleich in **Abb. 2.417** zeigt dies recht deutlich. Danach wird ein Signal beim doppelten Betrag seiner Grenzfrequenz durch das Tschebyscheff-Filter um 40 dB gedämpft. Beim Bessel-Filter wird dieser Wert erst bei der 5-fachen und beim Filter mit kritischer Dämpfung bei der 7-fachen Grenzfrequenz erreicht, soweit man das spezielle Beispiel des Filters 4. Ordnung untersucht.

2.42 Hochpaßfilter

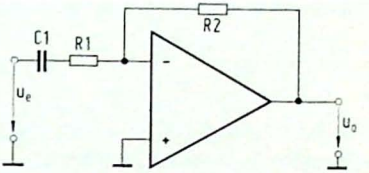
Im Gegensatz zum Tiefpaßfilter werden beim Hochpaßfilter die Frequenzen unterhalb der Grenzfrequenz f_{min} bedämpft, so daß man sich die bisher dargestellten Frequenzgänge lediglich an der Grenzfrequenz gespiegelt vorstellen muß.

Zur Berechnung der aktiven Hochpässe gelten die gleichen Koeffizienten wie die der betrachteten Tiefpässe, und sie werden auch in gleicher Form bei mehrstufigen Filtern eingesetzt.

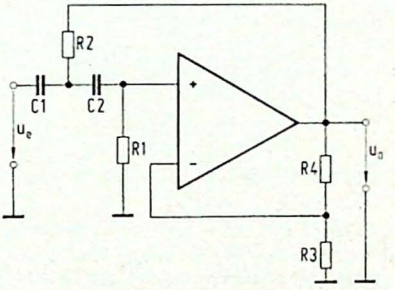
Somit sind an dieser Stelle lediglich die Schaltungen der aktiven Hochpässe und ihre Dimensionierungsbeziehungen notwendig, um gewünschte Frequenzgänge berechnen zu können.

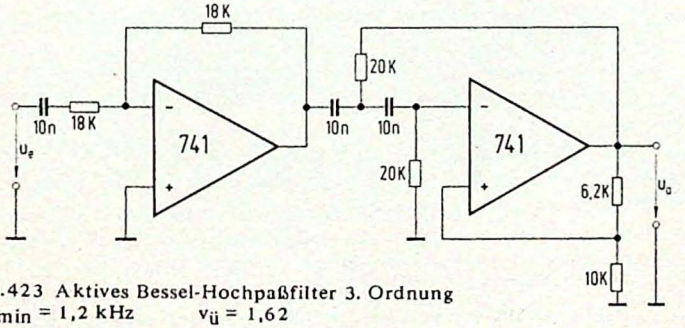
Abb. 2.421 zeigt das analoge Hochpaßfilter 1. Ordnung zum Tiefpaß nach Abb. 2.415.

2.421 Aktiver Hochpaß
1. Ordnung



2.422 Aktiver Hochpaß
2. Ordnung OP in Einfach-
mitkopplung





2.423 Aktives Bessel-Hochpaßfilter 3. Ordnung
f_{min} = 1,2 kHz $v_{ü}$ = 1,62

Es gilt:

$$R1 = \frac{1}{2\pi \cdot f_{min} \cdot a1 \cdot C1} \tag{26}$$

$$R2 = R1 \cdot v_{ü} \tag{27}$$

Auf ein Zahlenbeispiel kann hier verzichtet werden, zumal dies im vorhergehenden Abschnitt ausführlich getan wurde.

Das aktive Hochpaßfilter analog zum Tiefpaß nach **Abb. 2.419** ist in **Abb. 2.422** gezeigt. Auffällig ist dabei, daß lediglich die Plätze der Kondensatoren und Widerstände vertauscht worden sind.

Zur Dimensionierung sind folgende Beziehungen notwendig:

$$R = \frac{1}{2\pi \cdot f_{min} \cdot C \cdot \sqrt{b1}} \tag{28}$$

$$v_{ü} = 3 - \frac{a1}{\sqrt{b1}} \tag{29}$$

Auch hier sind R1 = R2 = R und C1 = C2 = C. Außerdem wird $v_{ü}$ durch die Koeffizienten a und b vorgegeben. Durch Verwendung eines Doppelpotentiometers für R1 und R2 kann die Grenzfrequenz stetig verändert werden, soweit dies gewünscht wird.

Abschließend soll ein Bessel-Hochpaß 3. Ordnung für 1200 Hz dimensioniert werden. Diese Frequenz wäre z.B. die untere Grenzfrequenz für den RTTY–Nf-Kanal vor dem Begrenzer.

Das Filter ist nach den Tiefpaß-Erläuterungen zweistufig aufzubauen, wobei ein Filter 1. Ordnung und eines 2. Ordnung in Reihe zu schalten sind.

Für die erste Stufe wird C1 = 10 nF gewählt. $v_{ü}$ soll 1 sein. a13 erhält man aus Tabelle 4 mit dem Wert 0,76, so daß sich für R1 folgender Betrag ergibt:

$$R1 = \frac{1}{2\pi \cdot 1{,}2 \cdot 10^{3} \cdot 0{,}76 \cdot 10^{-8}}\ \Omega$$

$$R1 = 17{,}5\ k\Omega$$

Gewählt wird der Normwert 18 kΩ.

Da die Verstärkung der Stufe 1 betragen soll, ist für R2 ebenfalls ein Widerstand von 18 kΩ einzusetzen.

Für die zweite Stufe 2. Ordnung gelten die Koeffizienten a23 = 1 und b23 = 0,48. Daraus ergibt sich nach (28) für R1 = R2 = R, wenn man für C1 = C2 = C 10 nF setzt:

$$R = \frac{1}{2\pi \cdot 1{,}2 \cdot 10^{3} \cdot \sqrt{0{,}48} \cdot 10^{-8}}\ \Omega$$

$$R = 19{,}15\ \text{k}\Omega$$

Gewählt wird der Normwert 20 kΩ.

Die Übertragungsverstärkung ist durch (29) zu bestimmen:

$$v_{ü} = 3 - \frac{1}{\sqrt{0{,}48}}$$

$$v_{ü} = 1{,}6$$

Setzt man für R3 10 kΩ, ergibt sich für R4 der Normwert 6,2 kΩ (25).

Die **Abb. 2.423** zeigt die fertige Schaltung.

2.43 Selektivfilter

Will man den Störabstand des RTTY–Nf-Signals optimieren, dann muß man die Kennfrequenzen aus dem Empfänger-Nf-Spektrum selektieren. Dies gilt beim Nf-Konverter sowohl nach als auch vor dem Begrenzer, da dieser nichtselektiv arbeitet und alle ihm angebotenen Signale verstärkt.

Während man bei einfachen Konverterschaltungen das Nf-Signal des Empfängers direkt auf den Begrenzer gibt, durchläuft es bei hochwertigeren Schaltungen zunächst eine Vorselektionsstufe, damit Störer größerer Amplitude als die des Nutzsignals bedämpft werden, so daß sie den Begrenzer nicht blockieren können. Auch diese Maßnahme hat natürlich ihre Grenzen, wenn z.B. der Störer direkt auf einer der Kennfrequenzen liegt.

In einigen Konverterentwicklungen wurde zur Vorselektion ein passives Bandpaßfilter höherer Ordnung eingesetzt, worin die bereits erwähnten 88 mH-Toroide als Induktivitäten verwendet wurden. Diese Vorselektionsstufen hatten natürlich erhebliche Ausmaße.

Vergleichbare aktive Bandpässe würden bei einer Reihenschaltung aus jeweils einem Hoch- und einem Tiefpaß 3. Ordnung mindestens 4 Operationsverstärker erfordern, so daß der Aufwand mit den zugehörigen externen Bauelementen zwar wesentlich geringer als bei passiven Filtern gleicher Art wäre, jedoch noch als beachtlich angesehen werden muß.

Wesentlich eleganter ist die Verwendung von selektiven Filtern, die hier näher beschrieben werden sollen.

Wie bei Paßfiltern gibt es eine Reihe von Möglichkeiten aktive Selektivfilter aufzubauen. Für die RTTY– und auch SSTV–Technik hat sich das Filter nach **Abb. 2.431** bewährt. Es ist ein in Mehrfachgegenkopplung geschalteter Operationsverstärker, der die Übertragungsfunktion eines Parallelresonanzkreises nach **Abb. 2.432** besitzt.

Zunächst sollen die Dimensionierungsbeziehungen für die wichtigsten Kenngrößen diskutiert werden:

Resonanzfrequenz
$$f_r = \frac{1}{2\pi \cdot C} \sqrt{\frac{1}{R2} \cdot \left(\frac{1}{R3} + \frac{1}{R1}\right)} \qquad (30)$$

Güte
$$Q = R2 \cdot \pi \cdot C \cdot f_r \qquad (31)$$

Bandbreite
$$B = \frac{1}{\pi \cdot R2 \cdot C} \qquad (32)$$

Übertragungsverstärkung bei der Resonanzfrequenz
$$v_r = \frac{R2}{2 \cdot R1} \qquad (33)$$

Nach diesen Bestimmungsgleichungen geht R3 lediglich in die Resonanzfrequenz und damit in die Güte des Kreises ein. Die Übertragungsverstärkung und die Bandbreite bleiben von R3 unbeeinflußt.

Sorgt man bei der Dimensionierung dafür, daß R1 wesentlich größer als R3 wird, kann man folgende Näherungsformel für die Resonanzfrequenz einführen:

$$f_r = \frac{1}{2\pi \cdot C} \cdot \sqrt{\frac{1}{R2} \cdot \frac{1}{R3}} \qquad (34)$$

Die Resonanzfrequenz kann dann bei konstanten Werten für C und R2 in folgender Weise ausgedrückt werden:

$$f_r = K_1 \sqrt{\frac{1}{R3}} \tag{35}$$

Vervierfacht man z.B. den Wert von R3, dann halbiert sich die Resonanzfrequenz der Filterschaltung.

Entscheidend ist aber, daß die Güte im linearen Verhältnis zur Resonanzfrequenz steht. Nach (31) ist

$$Q = K_2 \cdot f_r \tag{36}$$

da sowohl C als auch R2 bei einer Frequenzvariation nicht verändert werden.

Eine einmal dimensionierte Bandbreite wird somit durch eine Variation der Resonanzfrequenz nicht verändert.

Diese schaltungsspezifische Eigenschaft stellt das Filter besonders für die Anwendung in der RTTY–Technik heraus, da es sich einerseits durch Änderung eines Widerstands in der Resonanzfrequenz verstimmen läßt, andererseits aber die Bandbreite beibehält.

Im Dimensionierungsbeispiel soll das Filter für die Kennfrequenzen 1275, 1445 und 2125 Hz untersucht werden.

Als Randbedingungen wird die Bandbreite und der Wert der Kondensatoren C vorgegeben. Für B wird hier 80 Hz als Modulationsfrequenz von 50 Baud gewählt. Die Kondensatoren sollen eine Kapazität von 33 nF haben.

Mit (32) erhält man dann:

$$R2 = \frac{1}{\pi \cdot C \cdot B} \tag{37}$$

$$R2 = \frac{1}{\pi \cdot 3{,}3 \cdot 10^{-8} \cdot 80}\ \Omega$$

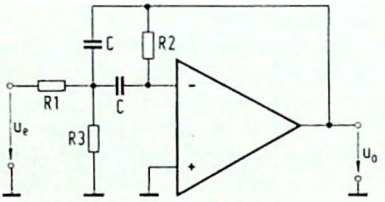
$$R2 = 121\ k\Omega$$

Es wird der Normwert 120 kΩ gewählt.

Um den notwendigen Variationsbereich für R3 zu erhalten, werden die Eckwerte der Kennfrequenzen in zwei Berechnungen eingesetzt.

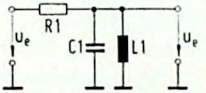
Für 1275 Hz wird R3 nach der Umstellung von (34):

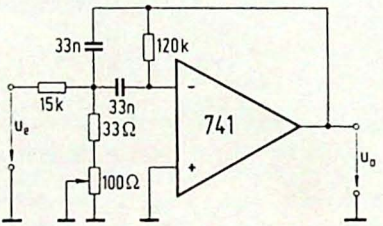
$$R3 = \frac{1}{(2\pi \cdot C \cdot f_r)^2 \cdot R2} \tag{38}$$



2.431 Aktives Selektivfilter OP in Mehrfachgegenkopplung

2.432 Passives Selektfilter
Parallelresonanzkreis





2.433 Aktives Selektfilter B = 80 Hz f_r = 1100 bis 2300 Hz
Eingangs- R = 15 kΩ
Ausgangs- R = 8Ω v_r = 4

$$R3 = \frac{1}{(2\pi \cdot 3{,}3 \cdot 10^{-8} \cdot 1275)^2 \cdot 1{,}2 \cdot 10^5}\ \Omega$$

$$R3 = 120\ \Omega$$

Für 2125 Hz als andere Eckfrequenz erhält man nach (38):

$$R3 = \frac{1}{(2\pi \cdot 3{,}3 \cdot 10^{-8} \cdot 2125)^2 \cdot 1{,}2 \cdot 10^5}\ \Omega$$

$$R3 = 43\ \Omega$$

Der Variationsbereich des Potentiometers für R3 muß somit 77 Ω betragen, so daß der Normwert 100 Ω gewählt wird, mit dem das gesamte RTTY–Nf-Spektrum überstrichen werden kann. Mit dem Potentiometer wird ein Festwiderstand von 33 Ω in Serie geschaltet, so daß der Endwert von R3 133 Ω beträgt.

R1 läßt sich nach Umstellung von (33) bestimmen:

$$R1 = \frac{R2}{2 \cdot v_r} \qquad (39)$$

Die mit vorgegebenen R2 von R1 bestimmte Übertragungsverstärkung darf nur so groß gewählt werden, daß das Filter bei der maximalen Eingangsamplitude ausgangsseitig nicht in die Begrenzung gesteuert wird.

Ist die Eingangsamplitude beispielsweise 5 V_{ss}, dann darf die Übertragungsverstärkung bei einer Ausgangsamplitude von etwa 20 V_{ss} maximal 4 betragen.

Für das gegebene Rechenbeispiel wäre dann für R1 nach (39) der Wert 15 kΩ einzusetzen.

Abb. 2.433 zeigt die fertige Schaltung.

Der Eingangswiderstand des Filters wird durch die Reihenschaltung aus R1 und R3 bestimmt, so daß er in diesem Falle etwa 15 kΩ beträgt.

Der Ausgangswiderstand des Operationsverstärker ist dagegen immer sein Ausgangswiderstand bei Leerlaufverstärkung dividiert durch die Schleifenverstärkung.

Der 741 hat bei Leerlauf, also ohne Gegenkopplung, einen Ausgangswiderstand von 1 kΩ. Die Schleifenverstärkung ist der Quotient aus Leerlaufverstärkung und der eingestellten Übertragungsverstärkung

der Schaltung. Beim 741 ist die Leerlaufverstärkung 10^5. Allerdings muß hier wiederum die Arbeitsfrequenz beachtet werden, die man im Beispiel mit 2000 Hz ansetzen kann. Aus dem Verstärkungs-Bandbreite-Produkt erhält man für diese Frequenz eine reale Leerlaufverstärkung von 500, soweit man den 741 betrachtet.

Die dimensionierte Schaltung hat einen Verstärkungsfaktor von 4, so daß die Schleifenverstärkung 125 beträgt.
Teilt man nun den Leerlauf-Ausgangswiderstand von 1 kΩ durch die Schleifenverstärkung von 125, dann erhält man den Ausgangswiderstand des dimensionierten aktiven Filters, der etwa 8 Ω beträgt. Dieser Wert gilt natürlich nur im Rahmen der zulässigen Belastung des Verstärkers.

Wie am später zu beschreibenden RTTY-Konverter gezeigt wird, kann die Ausgangsspannung sehr einfach durch einen Transistor-Miniaturübertrager so hoch transformiert werden, daß man damit die Ablenkplatten einer kleinen Oszillografenröhre zur Abstimmanzeige aussteuern kann.

2.44 Universalfilter

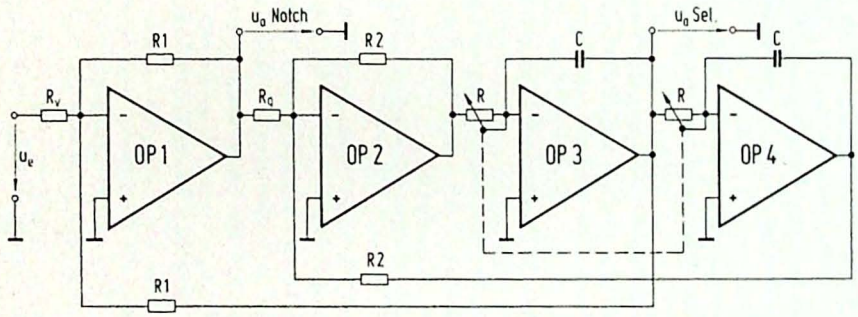
Ein aktives Filter völlig anderer Art zeigt die **Abb. 2.441.** Hier ist eine Schwingungsdifferentialgleichung 2. Ordnung programmiert worden, wozu die beiden Integratoren aus OP3 und OP4 sowie der Inverter aus OP2 dienen. OP1 ist zur Schwingungsdämpfung und als Eingangsverstärker hinzugeschaltet worden. Auf die theoretische Ableitung der Schaltung soll auch hier verzichtet werden, zumal der Effekt für den Praktiker wesentlich interessanter ist.

Die Schaltung ist je nach Wahl der vier Operationsverstärkerausgänge gleichzeitig Selektivfilter, Notchfilter (Sperrfilter), Tiefpaß 2. Ordnung und Hochpaß 2. Ordnung.

Da sich Hoch- und Tiefpässe einfacher realisieren lassen, soll lediglich die Doppelfunktion als Selektiv- und Notchfilter näher untersucht und beschrieben werden.
Für beide Funktionen gelten die Dimensionsbeziehungen:

$$f_r = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C} \tag{40}$$

$$Q = \frac{R_q}{R2} \tag{41}$$



2.441 Aktives Universalfilter Ausgang OP 1 für Notchfilter (Sperrfilter)
Ausgang OP 3 für Selektivfilter

$$v_{\ddot{u}} = \frac{R_v}{R1} \qquad (42)$$

Für die Funktion als Selektivfilter wird der Ausgang von OP3 verwendet. Wie man aus den Bestimmungsgleichungen sieht, lassen sich Resonanzfrequenz, Güte und Übertragungsverstärkung unabhängig voneinander einstellen. Zur Resonanzvariation ist ein Doppelpotentiometer notwendig, das es handelsüblich als Tandem- oder Stereopotentiometer zu kaufen gibt.

Die Übertragungsverstärkung gilt für die Amplituden im Resonanzfall. Alle Signale anderer Frequenzen werden entsprechend der Güte des Filters bedämpft.

Auf der abgestimmten Resonanzfrequenz arbeitet das Filter gleichzeitig als Notchfilter, wenn man den Ausgang von OP1 benutzt. Zudem bleibt auch die vorgewählte Güte erhalten, die auf den 3 dB-Absenkpunkt bezogen ist.
Die Übertragungsverstärkung gilt hierbei aber für Frequenzen außerhalb der abgesenkten Bandbreite.

Ein Filter gleicher Art wurde vom Verfasser bereits als „CW–Notch–Filter DJ 6 HP 010" publiziert, und es wird von vielen Amateuren für den Morse-Telegrafie-Betrieb verwendet.
Hier soll die Einsatzmöglichkeit des Universalfilters für RTTY diskutiert werden:

Geht man davon aus, daß im Kurzwellenbereich fast ausschließlich mit 170 Hz Shift in F1-Modulation gearbeitet wird, ist der notwendige Nf-Kanal 330 Hz breit. Bei den vereinbarten Kennfrequenzen von 1275 und 1445 Hz liegt der virtuelle subcarrier auf 1360 Hz.

Legt man ein Nf-Filter für diese Frequenz als Selektivfilter aus und gibt ihm eine Bandbreite von 330 Hz, dann erfaßt man den RTTY–Nf–Kanal und spart ein hochwertiges Quarzfilter im Zf-Bereich des Stationsempfängers.
Zwar muß man auf dessen Steilflankigkeit verzichten, doch hat man mit dem beschriebenen Universalfilter den Vorteil, auf „Notch-Betrieb" umschalten zu können, um einen Störträger sehr hoher Amplitude auszublenden.
Hierzu muß man lediglich die Resonanzfrequenz auf den Störer abstimmen und die Güte des „Lochs" so hoch wählen, daß das Nutzsignal nicht ernsthaft beeinflußt wird.

Bei der Dimensionierung der Schaltung geht man zunächst von den Forderungen an das Selektivfilter aus. Die erforderliche Güte ist mit f_r = 1360 Hz und B = 330 Hz mit 4,12 anzusetzen. Wählt man für R2

den Wert 10 kΩ, dann muß R_q 41,2 kΩ werden, um der gestellten Forderung zu entsprechen.

Für die Kondensatoren C wird die Kapazität 33 nF vorgegeben, so daß sich R aus (40) bestimmen läßt:

$$R = \frac{1}{2\pi \cdot C \cdot f_r} \tag{43}$$

$$R = \frac{1}{2\pi \cdot 3{,}3 \cdot 10^{-8} \cdot 1360}\ \Omega$$

$$R = 3{,}55\ k\Omega$$

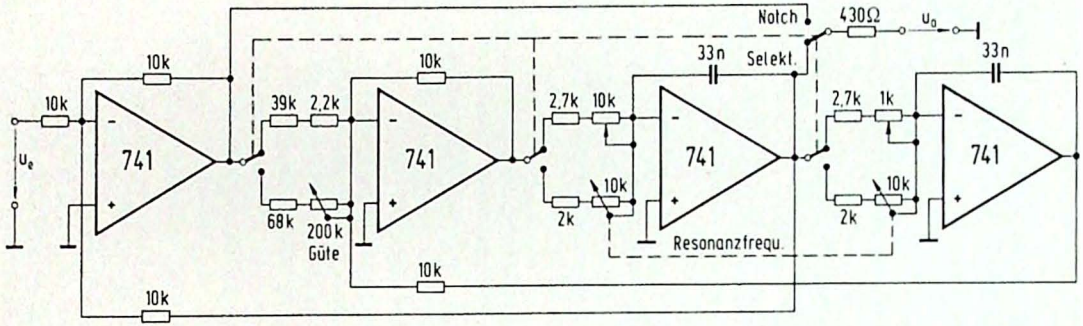
Wählt man für R1 den Wert 10 kΩ und bleibt bei einer Übertragungsverstärkung von 1, dann wird R_v nach (42) ebenfalls 10 kΩ.

Für den Notch-Betrieb muß sowohl die Resonanzfrequenz als auch die Güte variabel sein, so daß man hierfür extern zugängliche Potentiometer vorsieht.

Wählt man für R ein 10 kΩ Doppelpotentiometer und legt jeweils 2 kΩ in Reihe, dann ist der Widerstandsvariationsbereich 2 bis 12 kΩ, dem nach (40) eine Frequenzvariation von 400 bis 2400 Hz entspricht, wenn die Kondensatoren den Wert 33 nF haben. Hierdurch wird das übliche SSB–Nf–Spektrum abgedeckt.

Die minimale Bandbreite soll bei der Mittenfrequenz von 1400 Hz 50 Hz betragen, was einer Güte von 28 entspricht. Wählt man für R_q die Reihenschaltung aus einem 200 kΩ Potentiometer und einem 68 kΩ Festwiderstand, dann ist die Güte zwischen 7 und 27 variabel, so daß bei der Mittenfrequenz zwischen Notch-Bandbreiten von 52 bis 200 Hz gewählt werden kann. Die Bandbreiten für die anderen Resonanzfrequenzen lassen sich durch Dividieren mit der Güte ermitteln.

Die **Abb. 2.442** zeigt die fertige Schaltung des speziell für RTTY dimensionierten Filters. Mit dem Doppelpotentiometer ist die Resonanzfrequenz bei Notch-Betrieb zu variieren. Die Güte läßt sich ebenfalls durch das externe 200 kΩ Potentiometer nach Bedarf einstellen, wobei die Unterdrückung des nicht erwünschten Signals im Mustergerät mit größer als 40 dB gemessen wurde. Man sollte für die Schaltung allerdings Kondensatoren mit geringer Toleranz (1 %) wählen, da die Unterdrückung vom Gleichlauf der beiden Integratoren abhängig ist.



2.442 Aktives RTTY–Universalfilter

Selektivfilter:

Bandbreite	=	330 Hz
Güte	=	4,12
Resonanzfrequenz	=	1360 Hz
Übertragungsverstärkung	=	1

Notchfilter:

Durchstimmbereich	=	400 bis 2400 Hz
Gütevariation	=	7 bis 27
Absenkung der unerwünschten Frequenz	=	40 dB
Übertragungsverstärkung außerhalb der Bandbreite	=	1

Für den Selektiv-Betrieb wird die Resonanzfrequenz mit den Einstellwiderständen auf 1360 Hz festgelegt, so daß mit der Güte von 4,12 der RTTY–Kanal von 330 Hz freigegeben wird.

Durch einen Vierfach-Umschalter kann zwischen den beiden Betriebsarten gewählt werden.

2.5 Der Analogaddierer

Setzt man voraus, daß der Eingangswiderstand des OP sehr hochohmig ist und somit ein vernachlässigbar kleiner Strom in den Minus-Eingang fließt, liegt dessen Potential nach **Abb. 2.51** scheinbar an Masse.

Um dieser Voraussetzung gerecht zu werden, müssen die Eingangsströme I1 und I2 nach Kirchhoff durch einen Strom Ir vom Ausgang ausgeglichen werden, so daß die Summe aller Ströme nach der Knotenregel zu Null wird.

Mathematisch ausgedrückt heißt das:

$$I1 + I2 + Ir = 0 \tag{44}$$

oder

$$I1 + I2 = -Ir \tag{45}$$

Nach dem Ohmschen Gesetz kann man in (45) für I jeweils den Spannungs-Widerstands-Quotienten einsetzen:

$$\frac{Ue1}{R1} + \frac{Ue2}{R2} = -\frac{Ua}{Rr} \tag{46}$$

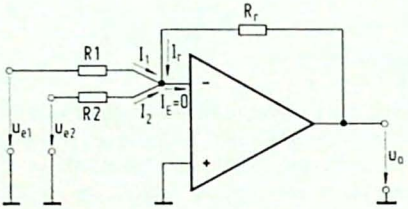
Gibt man allen Widerständen den gleichen Wert R erhält man:

$$\frac{Ue1}{R} + \frac{Ue2}{R} = -\frac{Ua}{R} \tag{47}$$

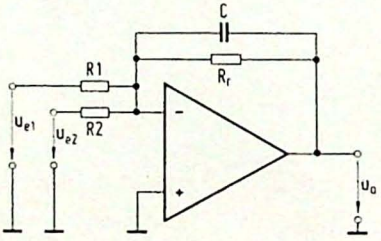
Und teilt man die Gleichung durch R, dann bleibt:

$$Ue1 + Ue2 = -Ua \tag{48}$$

Das bedeutet, daß der OP in der gegebenen Schaltung für R1 = R2 = Rr = R am Ausgang die negative Summe der Eingangsspannungen liefert.



2.51 Analogaddierer



2.61 Additionstiefpaß 1. Ordnung

Erhöht man den Gegenkopplungswiderstand Rr auf n · R, dann erhält man nach Einsetzen in (47):

$$- Ua = n \cdot (Ue1 + Ue2) \qquad (49)$$

Das Verhältnis von Rr zum Eingangswiderstand bestimmt somit die Übertragungsverstärkung.

In einem Zahlenbeispiel sei R1 = 10 kΩ, R2 = 10 kΩ und Rr = 30 kΩ. Die Eingangsspannungen werden mit Ue1 = 3 V und Ue2 = 2 V angenommen. Die Übertragungsverstärkung ist dann für beide Eingänge 3, so daß die Ausgangsspannung - 15 V als dreifache negative Summe der Eingangsspannungen wird.

2.6 Der Additionstiefpaß

Erweitert man den Analogaddierer nach **Abb. 2.51** in der Weise, daß man parallel zu Rr einen Kondensator schaltet, dann erhält man nach **Abb. 2.61** einen Tiefpaß 1. Ordnung mit zwei Eingängen. Die Schaltung hat dann zugleich die Funktionen eines Addierers und eines Tiefpasses.

Die Berechnung der Grenzfrequenz nach (19) gilt dabei für beide Eingänge. Für R2 ist hier der Widerstand Rr und für R1 der jeweilige Eingangswiderstand einzusetzen.

Die Übertragungsverstärkung außerhalb der Dämpfung wird wiederum durch das Verhältnis vom Gegenkopplungswiderstand zum Eingangswiderstand bestimmt.

In der Schaltungspraxis der selektiven RTTY–Nf-Konverter wird der Additionstiefpaß nach der Selektion und Gleichrichtung der Kennfrequenzen eingesetzt, um einerseits die subcarrier-Frequenzen vom Modulationsinhalt zu trennen, und andererseits das RTTY–Signal durch die gegensinnige Gleichrichtung der Kennfrequenzen wieder zusammenzusetzen (siehe Schaltung des RTTY–Konverters DJ 6 HP 001).

2.7 Schmitt-Trigger

Schmitt-Trigger haben die Aufgabe, verformte Flanken von ursprünglichen Rechtecksignalen zu regenerieren.
Dies könnte man im Grunde auch mit einem Begrenzer machen, doch hat dieser im Gegensatz zum Schmitt-Trigger keine sogenannte Hysterese-Charakteristik, die verhindert, daß Störsignale auf den Signalflanken die eigentliche Information verfälschen.

In der **Abb. 2.71** ist die Funktion des Schmitt-Triggers mit Hilfe eines Impulsplans dargestellt.

Das Eingangssignal Ue stellt die Form einer Rechteckfolge nach dem Passieren eines Tiefpasses dar, wie man sie etwa in einem RTTY–Nf-Konverter findet.

Erreicht die positive Flanke von Ue die positive Umschaltschwelle U_{hp}, schaltet der Ausgang des Triggers in die positive Begrenzung. Er wird erst wieder in seine negative Begrenzung zurückgesetzt, wenn die negative Umschaltschwelle U_{hn} vom Eingangssignal unterschritten wird.

Die Schalthysterese ist der Spannungsbetrag, den Störsignale auf der Nutzsignalflanke haben dürfen, ohne die eigentliche Information zu verfälschen, da erst größere Amplituden den Trigger in seine andere Ausgangslage umschalten können.

Abb. 2.72 zeigt den Schmitt-Trigger mit einem Operationsverstärker, der wie alle bisherigen OP-Schaltungen nullsymmetrisch angesteuert werden kann.
Die Dimensionierung der Schaltung ist nach folgenden Beziehungen vorzunehmen:

Positive Schaltschwelle:
$$U_{hp} = -\frac{R1}{Rr} \cdot U_{an} \qquad (50)$$

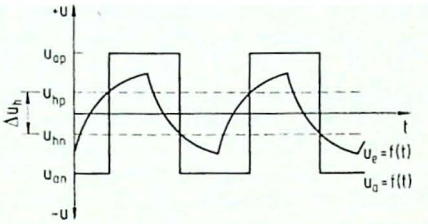
Negative Schaltschwelle:
$$U_{hn} = -\frac{R1}{Rr} \cdot U_{ap} \qquad (51)$$

Schalthysterese:
$$\Delta U_h = \frac{R1}{Rr} \cdot (U_{ap} - U_{an}) \qquad (52)$$

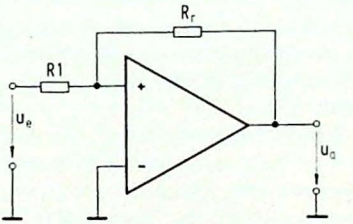
U_{ap} und U_{an} ist jeweils die positive und die negative Begrenzungsspannung des OP, die für den 741 mit +14V und -14V eingesetzt werden kann, wenn man mit nullsymmetrischer 15-V-Versorgung arbeitet.

Zur Schaltungsdimensionierung muß man die gewünschte Schalthysterese und einen der Widerstände R1 oder Rr festlegen. Die Schalthysterese muß selbstverständlich kleiner als die Eingangssignalamplitude sein.

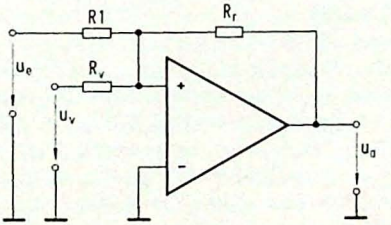
Gibt man in einem Zahlenbeispiel eine Hysterese von 1 V vor, dann sind die Schwellspannungen +0,5 V und -0,5 V, wenn man von symmetrischer Umschaltung ausgeht.
Der Widerstand Rr wird mit 100 kΩ vorgegeben, so daß sich R1 über (50) bzw. (51) ermitteln läßt.



2.71 Übertragungscharakteristik des Schmitt-Trigger



2.72 Schaltung des Schmitt-Triggers mit einem nichtinvertierenden Operationsverstärker zur nullsymmetrischen Ansteuerung



2.73 Schaltung des Schmitt-Triggers mit der Möglichkeit zur Potentialverschiebung der Schalthysterese durch Uv

Stellt man z.B. (50) nach R1 um, dann erhält man:

$$R1 = - \frac{U_{hp} \cdot Rr}{U_{an}} \qquad (53)$$

$$R1 = - \frac{0{,}5\ V \cdot 100\ k\Omega}{-14\ V}$$

$$R1 = 3{,}57\ k\Omega$$

Wählt man den Normwert 3,3 kΩ, dann ist die Schalthysterese etwas kleiner als vorgegeben.

In der RTTY–Schaltungstechnik wird der Schmitt-Trigger nach der subcarrier-Demodulation eingesetzt, so daß mit ihm das Fernschreib-Display oder der Schalttransistor für den Maschinen-Linienstrom angesteuert werden kann.

Will man den Schmitt-Trigger für einen anderen Zweck verwenden, wo die Schaltschwellen nicht symmetrisch zu Null liegen sollen, kann man die Schalthysterese nach **Abb. 2.73** um die Spannung Uv verschieben, die dem Plus-Eingang zusätzlich über Rv zugeführt wird. Wählt man dabei R1 = Rv bleibt die Berechnung der Schaltung nach den angegebenen Beziehungen erhalten. Es erfolgt lediglich die Verschiebung der Schalthysterese um den Betrag von Uv.

2.8 Digital-Technik

Während die Aufbereitung der Empfängersignale im RTTY–Nf-Konverter mit Schaltungen aus der Analog-Technik geschieht, sind alle anderen Peripherie-Geräte „digitalisiert" worden, da hier die Fernschreibgleichstromsignale in den digitalen Kennzuständen zur Verfügung stehen.

Im Gegensatz zur Analog-Technik wird in der Digital-Technik mit nur zwei Signalpotentialen, den sogenannten logischen Zuständen 0 und 1, gearbeitet.

Die Zweiwertigkeit des im Fernschreiben verwendeten Codes gestattet somit eine rein logische Aufbereitung der zurückgewonnenen seriellen Zeichen.

Soweit man mit mechanischen Maschinen arbeitet, werden die im Konverter regenerierten Signale direkt zur Steuerung des Empfangsmagneten

verwendet, wobei die abzudruckenden Typen anschließend in mechanisch-digitaler Form selektiert werden. Andererseits kann man die im Schmitt-Trigger des Konverters zurückgewonnenen logischen Fernschreibsignale in einer, wenn auch sehr komplexen, Digital-Elektronik auf ein Videosignal modulieren, so daß die Zeichen auf einem Fernsehschirm sichtbar gemacht werden können.

Auch bei der Herstellung der Fernschreibzeichen wird digital gearbeitet. In der Maschine steuern die Tastenhebel einen Kontaktmechanismus, der bei serieller Abfrage durch die rotierende Senderwelle die logische Zeichenfolge in ihren jeweiligen Kennzuständen auslöst. Der damit gesteuerte AFSK kann ebenfalls rein digital aufgebaut werden, so daß auch sendeseitig die Analog-Technik erst dort beginnt, wo das AFSK–Signal dem Mikrofoneingang des Hf-Senders zugeführt wird.

Statt der mechanisch-digital arbeitenden Tastatur der Maschine kann eine vollelektronische Tastatur verwendet werden, die ebenfalls durchweg mit Bausteinen der Digital-Elektronik aufgebaut ist.

Die Bausteine der Digital-Elektronik haben für den Amateur den Vorteil, daß ihm lediglich die logische Funktion und die Anschlußbedingungen bekannt sein müssen. Wie beim Operationsverstärker sind die „Innereien" des Bausteins unwichtig.

2.81 Logik-Techniken

In den Anfängen der Halbleiter-Technik hat man die logischen Funktionseinheiten in diskreter Form mit einzelnen Bauelementen aufgebaut. In den jetzt üblichen ICs sind die jeweiligen Schaltungen integriert auf einem Siliziumplättchen zusammengefaßt worden, wobei nur die Ein- und Ausgänge sowie die Stromversorgungsanschlüsse zugänglich sind.

Die intern im Baustein verwendeten Transistortypen und deren Verschaltung mit den anderen integrierten Bauelementen bestimmen die sogenannte Logik-Technik.
Die Logik-Technik gibt Auskunft über die elektrische Charakteristik der Schaltungen, deren wichtigste Größen Versorgungsspannung, Leistungsaufnahme, logische Spannungspegel und maximale Schaltfrequenz sind.

Für die meisten Anwendungen der Digital-Elektronik hat sich die TTL–Technik (Transistor-Transistor-Logik) durchgesetzt.
Die Standard-Bausteine dieser Technik sind bis zu Schaltfrequenzen von etwa 15 MHz einzusetzen, so daß sie für die Amateurfernschreibtechnik völlig ausreichen.

Während zunächst nur ICs für einfache logische Verknüpfungen in Form von Nand- und Nor-Toren gefertigt wurden, ist das Sortiment der Schaltungen inzwischen erheblich erweitert worden. Auch größere

logische Funktionseinheiten werden in einem Baustein vereinigt, so daß man Zähler, Schieberegister und Speicher in einem Gehäuse erhält, die ursprünglich aus einer ganzen Reihe von Gattern zusammengeschaltet werden mußten.

Die Integrationsdichte der einzelnen Bausteine wird durch die Bezeichnungen SSI, MSI und LSI unterschieden.

SSI–Bausteine (small scale integration = geringe Integrationsdichte) sind Schaltungen bis zu 12 Gatterfunktionen, während MSI–Bausteine (medium scale integration = mittlere Integrationsdichte) zwischen 12 und 100 Gatterfunktionen enthalten, und LSI–Schaltungen (large scale integration = hohe Integrationsdichte) solche mit mehr als 100 Gatterfunktionen sind.

Der Entwicklungstrend geht zu immer höherer Integration, wodurch an Lötaufwand und Platz beim Aufbau von Schaltungen gespart wird. Allerdings ist damit eine Ausweitung der verschiedenen Typen verbunden, so daß auf dem Markt ständig neue ICs mit speziellen Übertragungsfunktionen erscheinen.

In der erwähnten Standard–TTL–Serie benötigt jedes Gatter eine Leistungsaufnahme von etwa 10 mW, so daß sich für MSI–Schaltungen Verlustleistungen bis zu einem Watt ergeben. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn Zähler-, Decodier- oder Register-Bausteine im Betrieb warm werden.
Bei sehr hochintegrierten Schaltungen (z.B. Speicher), die bis zu mehreren Tausend Gatterfunktionen enthalten können, läßt sich die TTL–Technik wegen der zu hohen Verlustleistung nicht anwenden. Hier werden MOS–Schaltungen (metal-oxide semiconductor) mit Feldeffekttransistoren eingesetzt.

Die Gatterverlustleistung der MOS–Technik ist mit etwa 0,1 mW wesentlich geringer als die der TTL–Schaltungen, so daß man damit das Erwärmungsproblem umgeht. Zudem erfordern die FET–Gatter geringeren Platz auf dem Siliziumkristall. Nachteilig ist allerdings die höhere Durchlaufverzögerung von MOS–Schaltungen, deren maximale Schaltfrequenz bei wenigen MHz liegt.

Für Batteriegeräte wurde die besonders verlustleistungsarme C–MOS–Logik entwickelt (complementary metal-oxide semiconductor). Sie ist zudem schneller als die üblichen MOS–Schaltungen, erreicht aber nicht die Schaltgeschwindigkeiten der TTL–Technik. Auch in der C–MOS–Technik werden logische Bausteine vom einfachen Gatter bis zu Zählern und Schieberegistern hergestellt.

Für besonders schnelle Schaltfrequenzen, wie sie z.B. an Eingängen von Frequenzzählern auftreten, wird die ECL–Technik (emitter coupled

logic) eingesetzt. Im Gegensatz zu allen anderen Logik-Familien werden die internen Transistoren nicht jeweils in ihre Sättigung geschaltet, so daß das Umschalten von einem in den anderen logischen Zustand ohne Umladung der Transistor-Kapazitäten wesentlich schneller erfolgen kann.

Die Schaltungen sind soweit standardisiert worden, daß man in den Schaltplänen nur noch die Symbole der logischen Funktion und die entsprechenden Anschlußpins am Baustein angibt, der im wahrsten Sinne des Wortes ein „schwarzes Kästchen" ist, von dem lediglich die Übertragungsfunktion bekannt sein muß.

Für den Amateur ist es in der Digital-Technik nur wichtig, die beschriebene Logik einer Schaltung zu verstehen, damit er die Verknüpfungen der Funktionen eines Gerätes meßtechnisch prüfen und nachvollziehen kann.

Der Nachbau digitaler Schaltungen ist mit den notwendigen Meßgeräten im allgemeinen völlig unkritisch, soweit sie vom Entwickler eindeutig beschrieben worden sind, da im Gegensatz zur Analog-Technik kaum mit Toleranzen externer Bauelemente zu rechnen ist.

2.82 Betrieb mit TTL–Bausteinen

In der Digital-Technik des Amateurfernschreibens wird durchweg mit TTL–Bausteinen gearbeitet, wenn man von einigen speziellen Speichern absieht.

Die Typenbezeichnungen der einzelnen TTL–Schaltungen ist bei den zahlreichen Herstellern unterschiedlich. Allerdings hat sich zur allgemeinen Angabe der Bausteinfunktionen die Codierung der Firma Texas Instruments (TI) durchgesetzt, so daß man bei Verwendung von ICs anderer Firmen eine Vergleichsliste zu Hilfe nehmen kann. Oft findet man aber auch den üblichen Bezeichnungscode zusätzlich unter dem firmeneigenen auf dem Gehäuse aufgedruckt.

Die am meisten verwendeten TTL–Schaltungen gehören zur sogenannten 74er Standard-Serie. Der Serienbezeichnung 74 folgt eine 2- oder 3-stellige Zahl, die angibt, welche logische Funktion der Baustein besitzt. Diese Zahl steht allerdings in keinem ursächlichen Zusammenhang zu der Übertragungsfunktion der Schaltung, sondern ist nur eine Kennummer, die in der Reihenfolge der Entwicklungen mit 00 begonnen bis zu mehreren Hundert geht und ständig erweitert wird.

Die typische Versorgungsspannung der TTL–Schaltungen beträgt + 5 V, die um 0,5 V über- und unterschritten werden darf. Allerdings sollte man sich möglichst an die genormte Spannung halten, da bei höheren Werten die Stromaufnahme und damit die Erwärmung größer wird und

bei kleineren Werten nicht mehr für die Einhaltung der logischen Pegel garantiert werden kann.

Zum Aufbau des Versorgungsspannungsgerätes gibt es sogenannte Festwertspannungsregler, denen man eine gleichgerichtete und gesiebte Spannung von 7,5 V bis 9 V zuführt. Der Ausgang des ICs wird durch eine integrierte Regelschaltung auf + 5 V gehalten (z.B. LM 309 K für 1,2 A).

Bei der Versorgungsspannung der TTL–Bausteine ist darauf zu achten, daß diese ausreichend gesiebt ist. Dies gilt nicht nur für den Netzbrumm, der nicht größer als 200 mV_{ss} sein darf, sondern auch für Störspitzen aus dem Netz, die in der RTTY–Technik durch den Kollektor des Maschinenmotors oder durch den Empfangsmagneten ausgelöst werden können. Weiterhin treten beim Umschalten der Bausteine zwischen den logischen Zuständen kurzzeitig erhebliche Stromspitzen auf. Zur Dämpfung dieser steilflankigen Störsignale werden auf den jeweiligen Logikplatinen neben dem hochkapazitiven Elektrolytkondensator ein oder mehrere induktionsarme 0,1 µF Kondensatoren vorgesehen.

Die Bausteine der TTL–Technik werden für verschiedene Temperaturbereiche hergestellt. Die übliche Standard-Serie ist für einen Bereich von 0 bis 70 °C ausgelegt. Man muß somit für eine ausreichende Kühlung der Geräte sorgen, wobei meist die Kaminwirkung der Löcher im Boden- und Deckblech des Gehäuses ausreicht.

Der zugelassene logische Eingangspegel der TTL–Standard-Serie
für log. 1 ist + 2 V bis + 5 V, wobei vom Eingang weniger als 0,1 mA aufgenommen wird.
Für die log. 0 gilt der Potentialbereich von 0 bis + 0,8 V. Allerdings muß dabei gewährleistet sein, daß aus dem Eingang ein Strom von 1,6 mA fließen kann.
Wird der Eingang über einen Widerstand angesteuert, darf sein Betrag somit nicht größer als 500 Ω sein, wenn der andere Anschluß auf Massepotential liegt.

TTL–Ausgänge können mit 10 Eingängen der gleichen Logik-Familie belastet werden. Das sogenannte Fan-Out ist 10. Größere Belastungen führen zu Unsicherheiten der logischen Pegel, so daß man dann Treiber einsetzen muß, die ein Fan-Out von 30 haben.

Unbenutzte Nand- und And-Gattereingänge werden auf log. 1 gelegt, um kapazitive Störeinflüsse zu vermeiden. Man verbindet sie am besten mit der Versorgungsspannung von + 5 V. Grundsätzlich können sie auch mit einem benutzten Eingang des gleichen Gatters zusammengelegt werden, wenn dadurch das Fan-Out des treibenden Ausgangs nicht überschritten wird.

Unbenutzte Nor-Gattereingänge sind auf Masse zu legen. Allerdings können auch sie mit einem der benutzten Eingänge des gleichen Gatters verbunden werden, wenn es die Ausgangsbelastung des steuernden Bausteins zuläßt.

Zur Umschaltung von einem in den anderen logischen Zustand benötigen TTL–Standard-Schaltungen je nach Funktion 10 bis 30 ns, so daß die Schaltflanken sehr steil sind.
Die steuernden Signale müssen eine entsprechende Flankensteilheit besitzen, weil sonst die einwandfreie Funktion der nachfolgenden Logik nicht garantiert ist.

Auf diese Forderung ist besonders dann zu achten, wenn TTL–Schaltungen von fremden Signalquellen angesteuert werden. Gatter und MSI–Schaltungen, die keine Flip-Flops enthalten, benötigen Anstiegs- und Abfallzeiten von kleiner als 1 µs. Bei Zählern und Schieberegistern (master-slave Flip-Flop) muß der Wechsel zwischen den logischen Zuständen bereits nach 100 ns abgeschlossen sein, während flankengesteuerte Flip-Flops und alle Schaltungen, die mit solchen Elementen aufgebaut sind, sogar innerhalb von 50 ns umgeschaltet werden müssen.

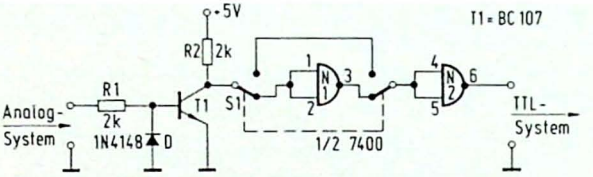
Um diese Forderungen zu erfüllen, muß man zwischen die TTL–Logik und die systemfremde Signalquelle (Linienstromkreis, Schmitt-Trigger des Nf-Konverters, Tastenfeld einer elektronischen Tastatur) ein sogenanntes Interface (Anpassungsstufe) schalten, das sowohl für die notwendige Flankensteilheit als auch die geforderten logischen Pegel sorgt.

Als preisgünstigste Logik-Technik ist die TTL–Standard-Serie in allen ihren elektrischen Parametern für die Anwendung in der Amateurfernschreibtechnik völlig ausreichend. Grundsätzlich sind aber nur ICs 1. Wahl zu verwenden, denn allein diese entsprechen den Herstellerdaten.

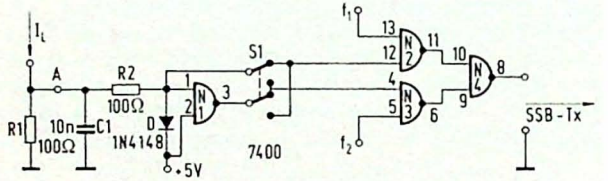
2.83 Interface-Schaltungen

Um eine Digital-Elektronik mit einer systemfremden Signalquelle zu steuern, muß man eine Anpassungsstufe zwischenschalten, die das Eingangssignal auf die elektrischen Parameter der folgenden Logik-Technik bringt.

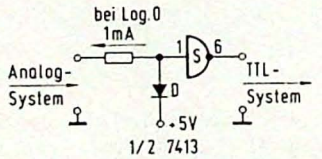
Abb. 2.831 zeigt, wie man den OP–Schmitt–Trigger des Nf-Konverters mit einer folgenden TTL–Schaltung verbindet. Für positive Eingangsspannungen (größer 1 V) wird der Transistor T1 in Sättigung geschaltet, so daß sein Kollektor auf etwa 0,1 V liegt (Kollektor-Emitter-Restspannung). Für die nachfolgenden TTL–Tore ist dies der log. Zustand 0. Wird die Eingangsspannung kleiner als 0,6 V, sperrt T1, wodurch



2.831 Pegelanpassung Analog-System auf TTL–System



2.832 Steuerung eines TTL–Systems durch den Linienstrom (AFSK–Steuerung)



2.833 Pegelanpassung auf TTL–System mit einem TTL–Schmitt-Trigger

der Kollektor nahe 5 V schaltet und somit auf log. 1 liegt. Die Diode D schützt die Basis von T1 vor negativen Eingangsspannungen, wobei der Strom durch R1 begrenzt wird.

Mit S1 kann der Kennzustand des Eingangs invertiert werden, wenn der Inverter N1 zwischengeschaltet wird (Umschaltung normal-reverse).

Zur Ansteuerung eines Digital-AFSKs durch die Fernschreibmaschine legt man in die Massezuführung des Linienstromkreises einen Widerstand von 100 Ω (Abb. 2.832).
Wird der Stromkreis beim Tasten im Rhythmus der Sendekontakte eingeschaltet, fließt I_L in gleicher Folge über R1. Bei 40 mA erhält man an A eine Spannung von etwa 4 V, die dem log. Pegel von 1 entspricht.
Ist der Linienstromkreis unterbrochen, kann der Eingangsstrom der gesteuerten Tore über R1 und R2 nach Masse fließen, wo an den Eingängen die log. 0 erscheint.
Die RC-Kombination soll Störspitzen des Linienstromkreises bedämpfen, während die Diode D größere Spannungen als 5,6 V kappt.

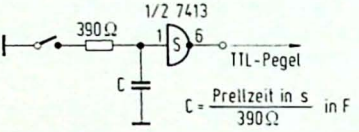
Die Verknüpfung der Nand-Tore N2, N3 und N4 dient zur Umschaltung der AFSK-Töne f_1 und f_2. Dabei werden die Tore N2 und N3 im Rhythmus der Fernschreibgleichstromsignale abwechselnd mit log. 1 an den Eingängen 4 und 12 freigeschaltet, so daß die Kennfrequenzen in der gleichen Signalfolge am Ausgang 8 erscheinen.
Die Schaltung stellt somit bereits eine subcarrier-Modulationsstufe dar, bei der sich mit S1 die Zuordnung der Kennfrequenzen umschalten läßt.

Soll das nachfolgende TTL-System mit beliebig langen Signalflanken ansteuerbar sein, muß ein Schmitt-Trigger zwischengeschaltet werden. In der TTL-Serie gibt es hierfür spezielle Bausteine (7413, 74132), die nach Abb. 2.833 mit der vorgeschalteten Signalquelle verbunden werden.

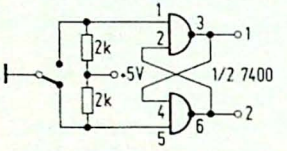
Die Quelle muß so niederohmig sein, daß für log. 0 ein Strom von 1 mA aus dem Eingang des Triggers fließen kann. Sind die Amplitudengrenzen der Signalquelle größer als 0 und + 5 V, müssen die externen Bauelemente R und D vor den Eingang des Triggers geschaltet werden. R wird so bemessen, daß der Eingangsstrom des Triggers für log. 0 auf 1 mA begrenzt wird.
Ist die Eingangsspannung beispielsweise - 10 V, muß R den Wert 10 kΩ erhalten.
Die Diode D schützt den Eingang vor zu hohen positiven Spannungen.

Die Schalthysterese von TTL-Schmitt-Triggern beträgt 0,8 V. Sie liegt zwischen 0,9 und 1,7 V, so daß das Eingangssignal unbedingt über diese vorgegebenen Schaltschwellen hinausreichen muß, wenn man die Bausteine einsetzen will.

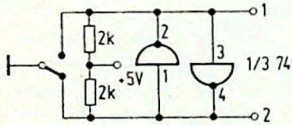
Ein spezielles Problem bei der Verwendung von schnellen Digital-Bausteinen ist das Prellen von Schaltern und Tasten. Die mechanischen



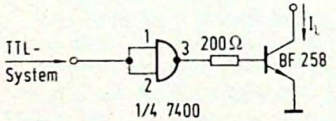
2.834 Entprellung durch TTL–Schmitt-Trigger



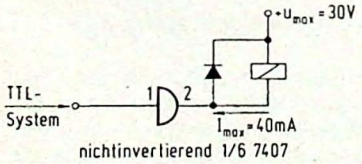
2.835 Entprellung mit einem Set-Reset Flip-Flop



2.836 Entprellung mit zwei Open-Collector Invertern



2.837 Interface:
TTL–System auf Linienstrom-schaltstufe



2.838 Steuerung eines Relais mit einem TTL–Baustein

Kontakte schließen nicht bei der ersten Kontaktberührung, sondern prellen zurück, so daß der Strompfad erst nach einer bestimmten Prellzeit endgültig geschlossen wird. Die Prellfolge kann bis zu mehreren Hundert kurzzeitige Impulse auslösen, die natürlich zu einem erheblichen Fehlverhalten der nachfolgenden Elektronik führen können.
Zur Entprellung der mechanischen Kontakte verwendet man spezielle Schaltungen, die Schaltern oder Tasten nachgesetzt werden müssen.

Die einfachste Methode ist das Integrieren der Prellfolge nach **Abb. 2.834.** Die Bemessung der RC–Kombination hängt von der Prellzeit des Schaltelements ab.

Da die Schaltflanke durch die Zeitkonstante des RC–Glieds abgeflacht wird, muß ein Schmitt-Trigger nachgeschaltet werden, der die Flankensteilheit regeneriert und eine sichere Umschaltung gewährleistet. Diese Entprellschaltung hat für bestimmte Anwendungen den Nachteil, daß sie mit einer Durchlaufverzögerung arbeitet, die etwa der Zeitkonstante des Integrationsglieds aus R und C entspricht.

Eindeutige Verhältnisse werden mit der Schaltung nach **Abb. 2.835** geschaffen. Der Umschaltbezug ist hierbei die erste Berührung der mechanischen Kontakte. Alle weiteren Prellimpulse werden durch die Charakteristik des nachgeschalteten Set-Reset Flip-Flops ignoriert.

Die gleiche Funktion erreicht man mit sogenannten Open-Collector-Invertern nach **Abb. 2.836.** Allerdings müssen in beiden Schaltungen Schalter bzw. Tasten mit Umschaltkontakten verwendet werden.

Will man in Gegensatz zu dem bisherigen Problem andere Systeme mit TTL–Ausgängen schalten, sind hierzu ebenfalls entsprechende Pegelumsetzer notwendig.
In der Fernschreibtechnik beschränkt sich dies im allgemeinen auf die Steuerung von Relais oder des Linienstroms der Maschine. Die **Abb. 2.837** und **2.838** zeigen eine jeweilige Lösungsmöglichkeit.

2.9 Meßtechnische Ausrüstung des Fernschreibamateurs

Jedem Praktiker ist bekannt, daß sein Experimentierfeld dort endet, wo er seine Arbeit meßtechnisch nicht mehr erfassen kann.

Will man sich in der Fernschreibtechnik mit Elektronik befassen, muß man auch hier über die notwendigen Meßmittel verfügen, um eine aufgebaute Schaltung abgleichen und prüfen zu können. Zudem sind Meßmittel unentbehrlich bei der Fehlersuche, die sonst zu einer aussichtslosen Probiererei führt.

Die meßtechnische Ausrüstung muß in jedem Falle vor der „Elektronifizierung" der RTTY–Station stehen, denn sonst ist man beim kleinsten Fehler am Ende seiner Bastelkünste. Die notwendigen Geräte sind in der Reihenfolge ihrer Wichtigkeit ein Oszillograf, ein Tongenerator und nach Möglichkeit ein Experimentier-Stromversorgungsgerät ausreichender Leistung für die Normspannungen der Analog- und Digital-Elektronik.

Am meisten wird man den Oszillografen gebrauchen, so daß bei ihm die höchste Investition liegen sollte.
Sowohl für die Analog- als auch für die Digital-Technik sind Gleichspannungseingänge erforderlich.
Zur Verfolgung und Analyse steilflankiger Signale ist eine möglichst große Bandbreite wünschenswert, die auch für den Gebrauch in der Amateurfunk-Elektronik nicht unter 10 MHz liegen sollte.

Ein triggerbarer Oszillograf mit zwei Kanälen hat den Vorteil, daß man speziell in der Digital-Technik die Abhängigkeit verschiedener Signale darstellen kann, so daß der Zeitablauf eines Impulsplans verfolgt werden kann.
Nicht zuletzt ist der Oszillograf der beste Zähler, soweit er mit einer guten Zeitbasis ausgerüstet ist. Digitalzähler in der Preisklasse, die Amateuren zugänglich ist, haben den erheblichen Nachteil, „daß man nicht sehen kann, was man zählt, und oft wissen muß, was man zählen will" um das Gerät richtig einstellen zu können.

Beim Oszillografen sieht man dagegen die Impulsfolgen, deren Frequenzen man durch die Periodendauer einfach errechnen kann. Zudem erkennt man aber auch Unsauberkeiten der Signalflanken, die oft Ursachen der Fehler in zu prüfenden Schaltungen sind. Man sollte in jedem Falle die kalkulierte Ausgabe für das „Modemeßgerät" Digitalzähler zu der des Oszillografen addieren, denn meßtechnisch ist mit dem Oszillografen wesentlich eindeutiger zu arbeiten, zumal in den meisten Fällen Frequenzmessungen mit Ungenauigkeiten von 1 % völlig ausreichen.

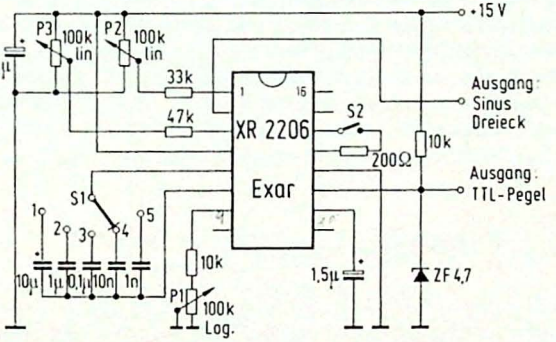
Oszillografen der empfohlenen Güte kosten rund 1000 DM, so daß sie die weitaus teuerste Anschaffung innerhalb des „Meßparks" bedeuten. Aber oft hat man die Gelegenheit, ein solches Gerät ausborgen zu können, die man beim Aufbau von elektronischen Schaltungen unbedingt nutzen sollte.

Für die Analog-Technik innerhalb des Amateurfernschreibens ist ein Tongenerator notwendig, der Signale definierter Frequenz und Ausgangsspannung liefert. Ohne ihn ist der saubere Abgleich von Filtern oder gar Nf-Konvertern kaum möglich. Da sich die Analog-Technik durchweg im Nf-Bereich bewegt, reicht ein Frequenzbereich bis 10 kHz völlig aus.

Einerseits gibt es recht brauchbare Geräte in der Preisklasse von 150 DM, andererseits kann man einen Tongenerator mit einfachen Mitteln selber aufbauen, da es hierfür spezielle Funktionsgenerator-Bausteine in integrierter Form gibt. Der Nachbau beschränkt sich bei Anwendung solcher Schaltungen fast nur auf die Stromversorgung und die Mechanik. (Abb. 2.91)

In gleicher Weise liefert die Elektronik-Industrie fertige ICs für Stromversorgungsgeräte. Der Anwender muß lediglich für einen richtig bemessenen Transformator und die notwendige Mechanik sorgen, um ein preisgünstiges Experimentier-Netzteil aufzubauen.

Vom Selbstbau eines Oszillografen ist dagegen in den meisten Fällen abzuraten, da man hierzu reiche Erfahrung mit hochpräziser Analog-Technik besitzen muß. Zudem ist zum Abgleich ein Meßpark notwendig, der mindestens die 10-fache Güte des zu bauenden Gerätes erfordert.



2.91 Tongenerator mit Funktionsgenerator-Baustein XR 2206 der Firma Exar

S1 = Frequenzbereich	1	1	– 10	Hz	4	1	– 10	kHz
	2	10	– 100	Hz	5	10	– 100	kHz
	3	100	– 1000	Hz				

S2 = Umschaltung : Dreieck-Sinus
P1 = Frequenzvariation
P2 = Ausgangsamplitude für Sinus u. Dreieck
P3 = Gleichstrompotential

Klirrfaktor	:	2 %
Temperaturstabilität	:	$\pm 2 \cdot 10^{-5}$ grd^{-1}
Abhängigkeit von der Versorgungsspannung	:	0,01 % V^{-1}

3 Schaltungs- und Gerätebeschreibungen

Während bisher Schaltungsdetails diskutiert wurden und Hinweise für den Umgang mit elektronischen Bauelementen gegeben worden sind, sollen in diesem Abschnitt Geräte beschrieben werden, die sich in der Amateurfernschreibtechnik bereits bewährt haben.

Die aufgeführten Schaltungsvorschläge sind vielfach getestet worden, so daß sie ohne größere Schwierigkeiten nachgebaut werden können. Teilweise werden sie als Print-Platten oder in Bausatzform angeboten, wodurch dem Amateur die Platinenherstellung und die Beschaffung spezieller Bauelemente erspart wird.
Einige Firmen stellen Fertiggeräte für das Amateurfernschreiben her, so daß auch den Interessenten der Weg zu RTTY geöffnet wird, die sich noch nicht an die teilweise recht komplexe Elektronik heranwagen.

Natürlich gibt es eine ganze Reihe weiterer Schaltungen anderer Entwickler, die alternativ eingesetzt werden können. Zum Verständnis der Schaltungstechnik sollten die aufgeführten Beispiele aber ausreichen, da andere Entwicklungen nach ähnlichen Prinzipien aufgebaut sind.

3.1 RTTY–Nf–Filterkonverter

Für den Kurzwellenbetrieb werden beim Amateur-Funkfernschreiben fast durchweg Filterkonverter verwendet. Die beiden Kennfrequenzen für Mark und Space werden darin selektiv aufbereitet, wodurch man einen maximalen Störabstand erreichen kann.

Während man Nf-Selektivkreise zunächst mit LC–Filtern aufbaute (z.B. ST 5 und ST 6), bieten aktive Filter erhebliche Vorteile, die bereits im vorhergehenden Abschnitt eingehend erläutert wurden.

Abb. 3.11 zeigt die Schaltung des Nf-Konverters mit aktiven Selektivfiltern, der unter der Bezeichnung DJ 6 HP 001 bekannt ist.
Der 001 ist der im europäischen Raum am meisten verwendete Konverter, in dem zum ersten Male in einer RTTY–Schaltung aktive Filter in dieser Form eingesetzt wurden. Die Entwicklung hat sich durch den einfachen Aufbau und den unproblematischen Abgleich speziell für die Anwendung auf den Kurzwellen-Bändern bewährt.

Die Schaltung ist in Anbetracht des störungsreichen Kurzwellenbetriebs auf maximalen Störabstand konzipiert worden, wobei sich Texte fehlerfrei mitschreiben lassen, die im Nf-Spektrum des Empfängers 12 dB unter dem Rauschen liegen.

Entscheidend für diese Eigenschaft ist die Vorselektion vor dem Begrenzer. Diese Aufgabe übernehmen die beiden selektiven Filter aus OP6 und OP7. Es sind Filter aus mehrfach gegengekoppelten Operationsverstärkern, deren dimensionierte Bandbreite bei Frequenzvariation erhalten bleibt (siehe Selektiv-Filter).

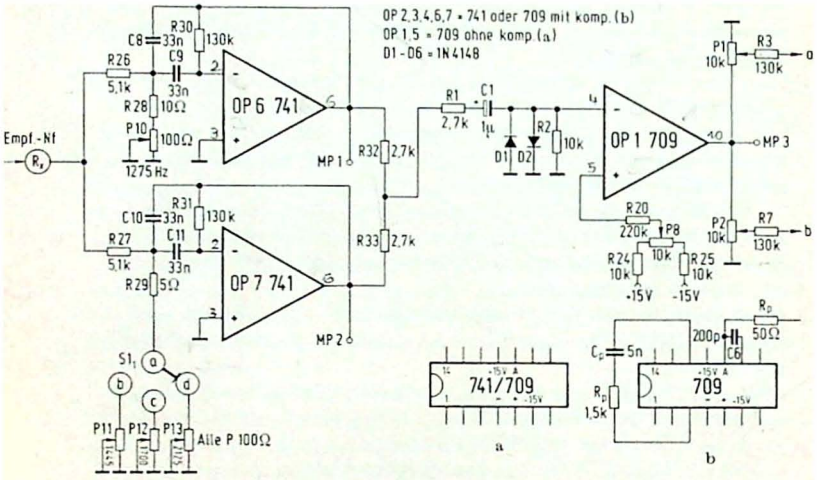
Die beiden Eingangs-Selektivstufen sind parallelgeschaltet. Ihnen wird das Nf-Ausgangssignal des Stationsempfängers zugeführt. Beide Kennfrequenzen passieren jeweils eines der Filter, die auf die Normfrequenzen abgestimmt sind.
Durch diese Vorselektion werden Störsignale des breitbandigen Empfänger-Nf-Spektrums abgeschwächt, während das Nutzsignal angehoben wird.
Beim nachfolgenden Begrenzer muß man grundsätzlich davon ausgehen, daß aus einem am Eingang anliegenden Frequenzspektrum nur das Signal am Ausgang erscheint, welches am Eingang die größte Amplitude aufweist.

Beim Fernschreiben hat man es aber grundsätzlich mit zwei definierten Frequenzen zu tun, die Mark und Space zugeordnet sind. Ihnen kann man den Weg durch den Begrenzer durch Vorselektion „erleichtern", während Störsignale, die zwar am Empfängerausgang höherer Amplitude sind, am Begrenzereingang soweit abgeschwächt worden sind, daß sie die Schaltung nicht mehr blockieren können.
Die Grenze der Störabstandsverbesserung ist natürlich an der Stelle gegeben, wo Störer hoher Amplitude im Nutzkanal auftreten.

Im 001 wird für den Begrenzer ein 709 verwendet, der aber auch durch einen 741 ersetzt werden kann. Der OP läuft mit offener Gegenkopplungsschleife, so daß bereits kleinste Eingangssignalamplituden am Ausgang bis in die Begrenzung verstärkt werden, wodurch noch enthaltene AM–Anteile eliminiert werden.

Aus dem begrenzten Signal konstanter Amplitude werden mit den Filtern aus OP2 und OP3 wiederum die beiden Kennfrequenzen selektiert und über D3 und D4 gegensinnig gleichgerichtet. Die gleichgerichteten Signale werden im Additionstiefpaß aus OP4 zusammengefaßt, der durch seine Grenzfrequenz, bestimmt durch C6 und R13, von etwa 100 Hz nur den Modulationsinhalt passieren läßt, während die Kennfrequenzen, die weit höher liegen, unterdrückt werden.

Die Flanken der zurückgewonnenen Fernschreibgleichstromsignale werden im nachfolgenden Schmitt-Trigger aus OP5 regeneriert, so daß



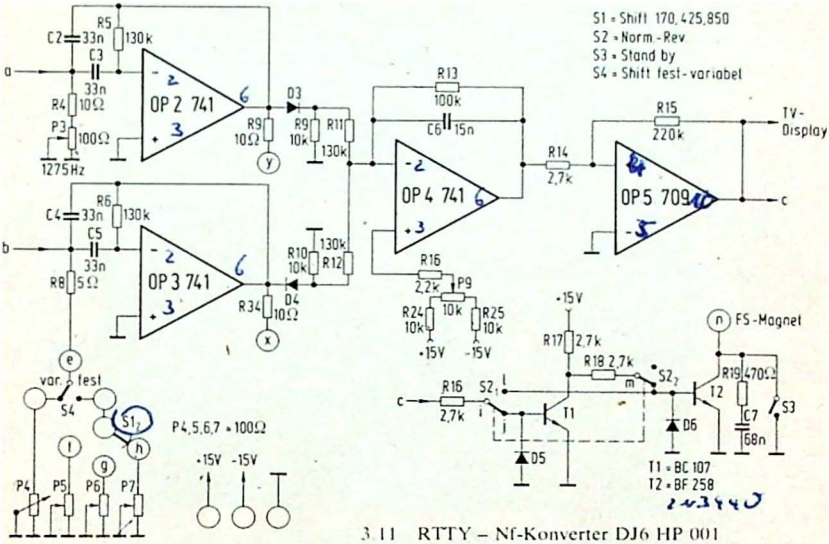
3.11 RTTY–Nf-Konverter DJ6 HP 001

sie an dessen Ausgang entweder zur Ansteuerung eines TV–Displays oder des Maschinen-Empfangsmagneten zur Verfügung stehen.
Der Transistor T1 bildet lediglich eine Inverterstufe, um die Zuordnung der Kennfrequenzen durch Umschaltung von S2 wechseln zu können (normal-reverse).
Mit T2 wird schließlich der Linienstrom der Maschine im Rhythmus der empfangenen und demodulierten Fernschreibsignale geschaltet.

Während der eine Selektionszweig des Konverters auf 1275 Hz abgestimmt wird, läßt sich der andere mit S1 für 1445, 1700 und 2125 Hz umschalten. Hierdurch erhält man die üblichen Amateur-Shifts von 170 und 850 Hz und zusätzlich die von kommerziellen Stationen verwendete Shift von 425 Hz. Oft wird die Shift von Amateuren nicht exakt eingehalten. Dies tritt meist dann auf, wenn der Sender in FSK gesteuert wird und der Oszillator instabil ist.

Mit S4 kann man beim 001 in diesem Falle auf „variable Shift" umschalten und durch P4 das empfangene Signal genau selektieren. Der Vorkreis muß dabei mit S1 auf die Stellung gebracht werden, die der empfangenen Shift am nähesten liegt.

In der angegebenen Dimensionierung der Filter arbeitet der Konverter optimal für 50 Baud. Allerdings ist auch der Empfang von 75 Baud-



3.11 RTTY – Nf-Konverter DJ6 HP 001

Signalen ohne Schwierigkeiten möglich, wobei zu berücksichtigen ist, daß der Störabstand entsprechend der höheren Schrittgeschwindigkeit abnimmt.

Der Abgleich des 001 geschieht mit einem Tongenerator und einem einfachen Oszillografen. Man kann auf den Tongenerator verzichten, wenn man bereits einen AFSK mit den Normfrequenzen besitzt, an dessen Ausgang die notwendigen Nf-Signale abgenommen werden. Der Abgleich wird in folgender Reihenfolge vorgenommen:

1. Stromversorgung anschließen (+ 15 V, - 15 V und Masse)
2. 1275 Hz etwa 0,5 V_{ss} an den Eingang RX anlegen. Mit P10 Signal an MP1 auf Maximum stellen (Resonanz).
3. Signal an MP3 (etwa 25 V_{ss}) mit P8 auf symmetrische Begrenzung einstellen. Dabei müssen die gekappten Amplitudenspitzen auf beiden Seiten gleich breit sein.
4. Signal an Y auf Maximum einstellen (Resonanz), danach den Pegel mit P1 auf 8 V_{ss} stellen.
5. Brücken a - b und e - f herstellen (mit dem Schalter S1, oder nur als Drahtbrücken zum vorläufigen Abgleich).
   0,5 V_{ss} bei 1445 Hz an den Eingang RX legen. Signal an MP2 mit

P11 auf Maximum stellen. Anschließend an X Signal gleicher Frequenz mit P5 auf Maximum stellen, danach mit P2 auf 8 V_{ss} Brücken wieder öffnen.

6. Abgleich wie 5. für 1700 Hz (425 Hz Shift) mit den Brücken a - c und e - g und den Potentiometern P12 und P6. P2 braucht nicht nachgestellt zu werden. Brücken wieder öffnen.
7. Abgleich wie 5. für 2125 Hz (850 Hz Shift) mit den Brücken a - d und e - h mit den Potentiometern P13 und P7. P2 braucht nicht nachgestellt werden.
8. Eingang RX an Masse legen. Ausgang von OP4 mit P9 auf 0 V einstellen (Nullabgleich).
9. Bei Variation des Eingangssignals durch den Tongenerator zwischen den Shiftfrequenzen schaltet der Ausgang von OP5 zwischen seinem negativen und positiven Maximum um.

Nach diesem Abgleich kann der Konverter im Gehäuse fest verdrahtet werden.

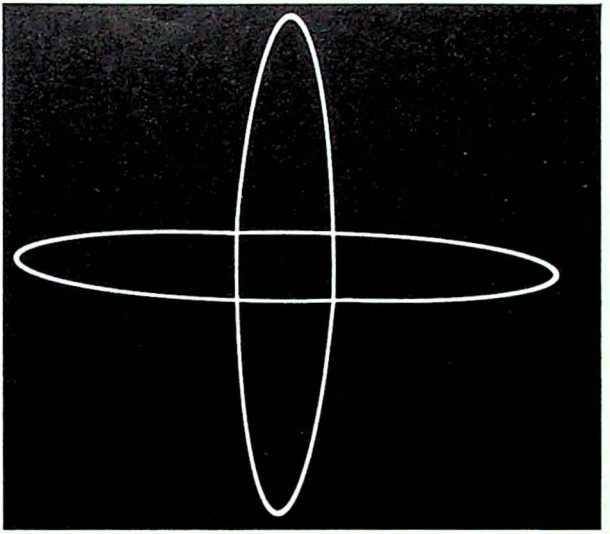
Die technischen Daten lassen sich in folgender Weise angeben:

Stromversorgung:	+ 15 V 30 mA, - 15 V 30 mA
Minimale Eingangsamplitude:	U_{min} = 50 mV_{ss}
Eingangswiderstand:	Re = 2,5 kΩ
Ausgangswiderstand:	Ra = kleiner als 20 Ω
an X und Y	
Shifts:	170 Hz, 425 Hz und 850 Hz schaltbar 0 bis 1000 Hz variabel
Schrittgeschwindk.:	50 Baud, 75 Baud (durch Variation der Bauelemente veränderbar)
Filterbandbreite:	80 Hz (durch Variation der Bauelemente veränderbar)
Störabstand:	Signale von 50 Baud bei 850 Hz Shift können bei 12 dB unter dem Rauschen mitgeschrieben werden

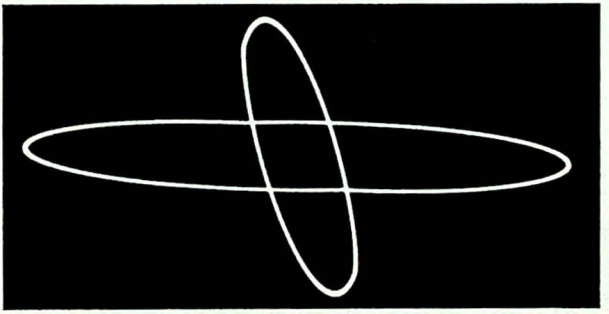
3.11 Abstimmanzeigen für Filterkonverter

Um den Vorteil des relativ hohen Störabstands von Filterkonvertern ausnutzen zu können, müssen die Selektivstufen der Kennfrequenzen für die empfangenen Signale möglichst genau auf Resonanz abgestimmt werden.

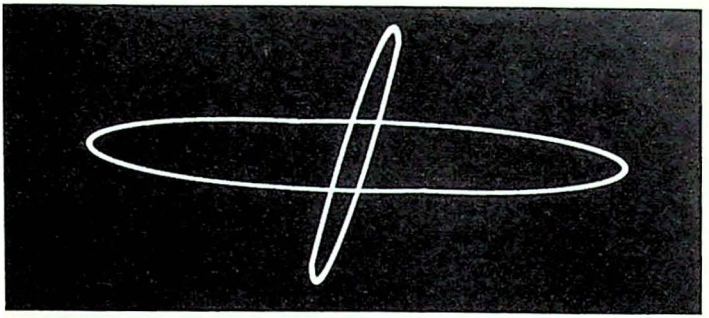
Legt man die Ausgangsspannungen der dem Begrenzer nachgeschalteten Selektionskreise jeweils an die X- und Y-Ablenkplatten einer Oszillografenröhre, dann entstehen bei richtiger Abstimmung des Konverters



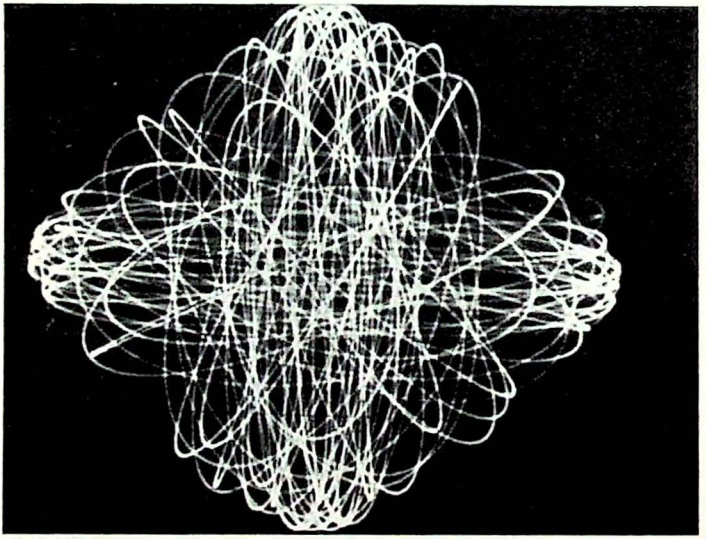
3.111 Oszillografische Abstimmanzeige beim Filterkonverter: Axakte Abstimmung, da die Ellipsen senkrecht aufeinander stehen. Ellipsenbildung durch Übersprechen der beiden Kanäle.



3.112 Oszillografische Abstimmanzeige beim Filterkonverter: Fehlabstimmung - der eingestellte Filterabstand ist zu klein. Größeres Übersprechen im Y–Kanal.



3.113 Oszillografische Abstimmanzeige beim Filterkonverter: Fehlabstimmung - der eingestellte Filterabstand ist zu groß. Kleineres Übersprechen im Y–Kanal.



3.114 Oszillografische Abstimmanzeige beim Filterkonverter: Exakte Abstimmung - Typisches Bild mit Nebenelippsen durch hohe Oberwellenbildung bei schnellem Wechsel der Kennzustände (hier: ryry).

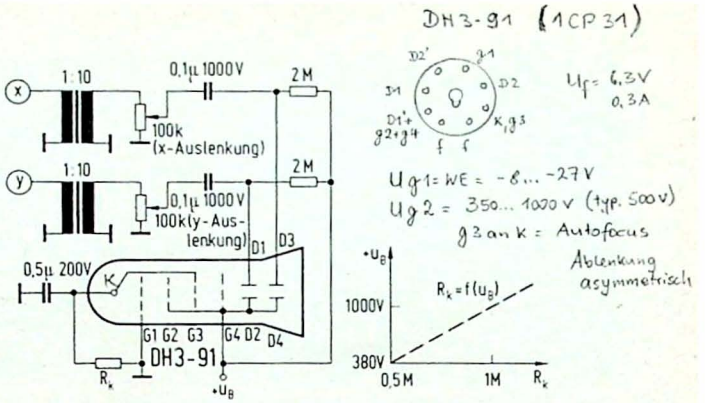
auf dem Schirm nach **Abb. 3.111** zwei senkrecht übereinander liegende Ellipsen, die abwechselnd im Rhythmus der Kennzustände der Fernschreibsignale erscheinen.
Die Ellipsencharakteristik entsteht dadurch, daß auch am nicht in Resonanz befindlichen Selektionskreis der jeweils anderen Kennfrequenz eine Restspannung durch Übersprechen auftritt, die eine Auslenkung in der Querachse der Ellipsen bewirkt. Die Querauslenkung wird umso kleiner - und damit die Ellipse umso schmaler -, je schmalbandiger die Selektionskreise sind, oder je größer die Shift bei gegebener Bandbreite ist.

Obwohl die oszillografische Anzeige die aufwendigste ist, muß sie für Filterkonverter als die optimale angesehen werden, da sie ein zweidimensionales Bild liefert. Man kann hierdurch sowohl die Resonanzamplituden als auch die Shiftabweichung überwachen, wobei beide Größen analog angezeigt werden.

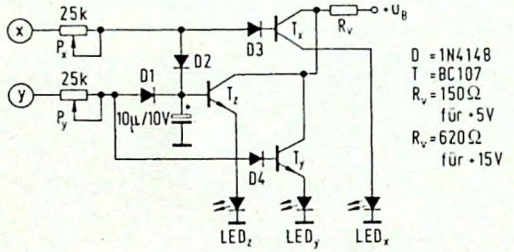
Abb. 3.115 zeigt eine Abstimmschaltung mit der 3 cm-Röhre DH 3 - 91. Da die Ausgangsspannung der Selektivstufen für die volle Auslenkung des Elektronenstrahls der Röhre nicht ausreicht, muß sie entsprechend verstärkt werden. Arbeitet man mit aktiven Filtern, kann man die Ablenkverstärker sparen, da der Innenwiderstand der Filter sehr niederohmig ist. Die Ausgangsspannung wird einfach über sogenannte Transistorminiaturübertrager auf die gewünschte Amplitude hochgespannt.
Mit einem Spannungsübersetzungsverhältnis von 10 (Widerstandsübersetzungsverhältnis 100 !) und Amplituden von etwa 10 V_{ss} an den Ausgängen X und Y des Konverters erhält man 100 V_{ss} für die Ablenkung, die für die DH 3 - 91 voll ausreichen.

Abb. 3.116 zeigt eine einfache Abstimmanzeige mit Leuchtdioden, wie sie von DC 9 UP vorgeschlagen wurde.

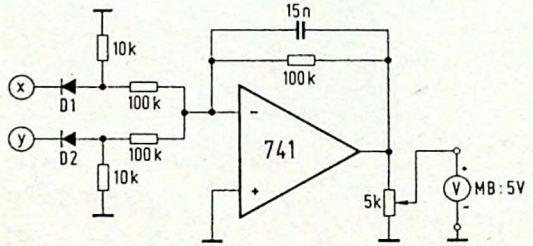
Die Ansteueranschlüsse werden wiederum mit den Resonanzkreisen des Filterkonverters verbunden, die dem Begrenzer nachgeschaltet sind. Die Potentiometer Px und Py müssen so eingestellt werden, daß die Transistoren Tx und Ty bei Resonanzabstimmung der Kreise gerade durchgeschaltet werden, so daß die entsprechenden Leuchtdioden LEDx und LEDy aufleuchten können. Zusätzlich werden an der Basis von Tz beide Resonanzspannungen addiert, so daß LEDz von beiden Kreisen angesteuert wird. Bei richtiger Abstimmung des Konverters bzw. des Stationsempfängers leuchten LEDx und LEDy im Rhythmus der Kennzustände der Fernschreibsignale abwechselnd auf, während LEDz ständig leuchtet, da entweder Mark oder Space am Eingang des Konverters liegen.



3.115 Oszillografische Abstimmanzeige für Filterkonverter



3.116 LED–Abstimmanzeige für Filterkonverter



3.117 Abstimmanzeige mit Spannungsmesser-Indikator für Filterkonverter

Die Schaltung setzt natürlich voraus, daß die Shift des Senders und die vom Konverter eingestellte übereinstimmen. Die Anzeige kann keinen Aufschluß über eine Shiftabweichung geben, wodurch eine Nachstimmung des Konverters möglich wäre.

In der Abstimmschaltung nach **Abb. 3.117** wird ein Spannungsmesser als Indikator für die richtige Empfängereinstellung verwendet. Man geht wiederum davon aus, daß bei richtiger Abstimmung sowohl Mark als auch Space abwechselnd mit gleicher Amplitude an den Punkten X und Y der Selektionskreise erscheinen müssen. Beide Spannungen werden gleichgerichtet und dem Additionstiefpaß aus OP1 zugeführt. Im Additionstiefpaß werden die beiden gleichgerichteten Signale der Selektionskreise addiert, wobei die Kennfrequenzen durch die Tiefpaßcharakteristik unterdrückt werden (gleiches Prinzip wie OP4 im 001-Konverter).
Ist der Empfänger richtig abgestimmt, erscheint am Ausgang der Abstimmanzeige eine konstante Spannung, die der der selektierten Signale entspricht.
Der Stationsempfänger ist also so einzustellen, daß das Meßinstrument die maximale Spannung anzeigt, wobei der Zeiger möglichst ruhig stehen muß.
Auch diese Anzeige funktioniert nur dann, wenn die Shifts zwischen Sender und Konverter korrespondieren. Eine Aussage über die Shiftabweichung ist nicht möglich.

Es gibt eine Reihe anderer Lösungen zur Abstimmhilfe (magisches Doppelband, LED–Zeile), aber all diese Schaltungen müssen als Kompromiß gegenüber der oszillografischen Anzeige angesehen werden, die durch die zweidimensionale Darstellung die eindeutigste Signalanalyse gestattet.

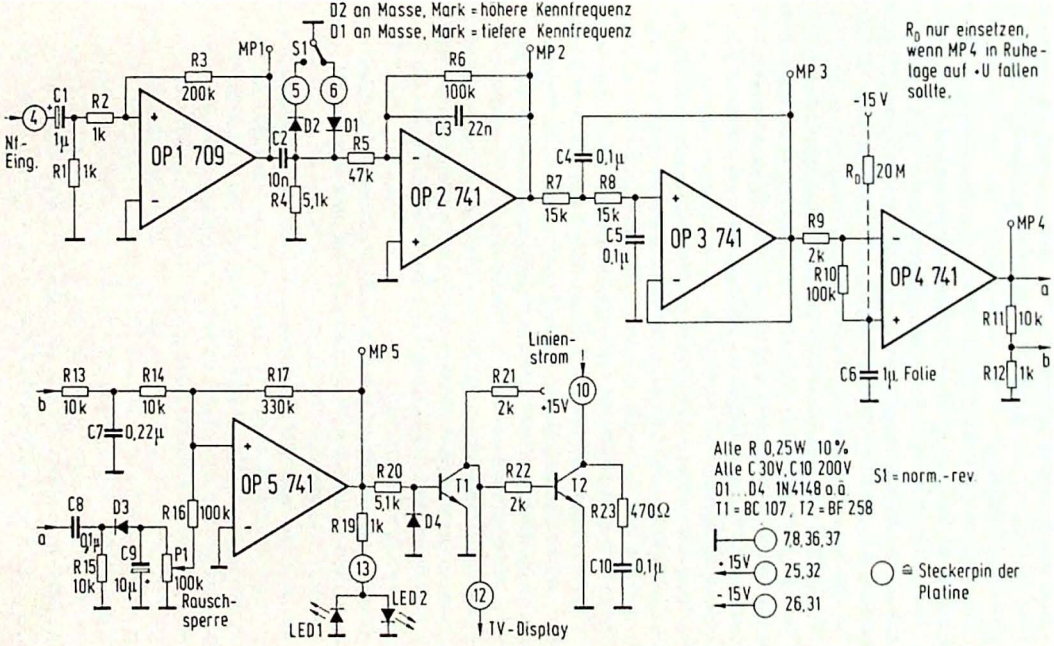
3.2 Automatik–RTTY–Nf–Konverter

RTTY–Filter–Konverter sind für den störungsreichen Kurzwellenbetrieb gedacht und auf maximale Störunempfindlichkeit ausgelegt.
Für den UKW–Betrieb und für den Empfang starker Kurzwellen-Stationen, die über dem durchschnittlichen Störpegel liegen, ist die extreme Störfestigkeit sekundär.
Unter dieser Voraussetzung lassen sich für den RTTY–Empfang Konverter bauen, die völlig automatisch arbeiten, so daß keinerlei Abstimmung oder Abgleich notwendig sind.

Der RTTY–Konverter DJ 6 HP 025 verarbeitet Shifts zwischen 50 und 2000 Hz, ohne daß eine entsprechende Umschaltung notwendig wäre. Die Kennfrequenzen (Mark und Space) können im Bereich zwischen

0 und 4 kHz variieren, so daß die beim Filterkonverter notwendige Abstimmanzeige völlig entfällt. Es wird lediglich das Umschalten der Kennzustände zur Gerätekontrolle durch zwei Leuchtdioden angezeigt.
Der gesamte Nf-Empfangsbereich von 4 kHz kann innerhalb von 2 s durchlaufen werden, wodurch auch instabile Signale oder stetige Frequenzabweichungen bei längerem Betrieb keinen Einfluß auf den auszuschreibenden Text haben. Diese Funktion ist besonders dann wichtig, wenn in Autostart-Netzen gearbeitet werden soll.
Eine Rauschsperre verhindert das Anlaufen der Maschine, wenn das empfangene RTTY–Signal im Rauschpegel liegt oder ganz ausfällt.
Die Maschine wird bei Störsignalen und Dauerträgern grundsätzlich in die Ruhelage geschaltet (Mark-hold, Anti-Space). Schließlich ist mit dem Konverter Space-Only-Betrieb möglich, bei dem nur eine Kennfrequenz des RTTY–Signals abgestrahlt wird.
Prinzipbedingt ist die Störfestigkeit des Gerätes schlechter als bei Filterkonvertern. Das Nutzsignal muß größer als das des Störsignals sein, da sonst die Eingangsstufe vom Störer zugestopft wird.
Durch Vorschalten eines Filters läßt sich die Störfestigkeit verbessern, allerdings geht dadurch die Nachziehautomatik verloren, so daß eine Abstimmhilfe notwendig wird.

In der Schaltung nach **Abb. 3.21** ist OP1 (709) als Schmitt-Trigger geschaltet. Seine Schalthysterese beträgt bei $\pm$ 15 V Versorgungsspannung etwa 150 mV, so daß nur Signale verarbeitet werden, deren Amplitude größer als dieser Pegel ist.
Am Ausgang (MP1) erscheint das Signal in begrenzter Rechteckform mit einer Amplitude von 28 V_{ss}.
C1 und R4 bilden ein Differenzierglied, womit man aus den steilen Ausgangssignalflanken des Triggers kurze Nadelimpulse gewinnt.
Mit D1 oder D2 werden die positiven bzw. negativen Impulse je nach Shift-Lage des RTTY–Signals gekappt. Ist D2 an Masse gelegt (Mark die höhere Kennfrequenz), gelangt die negative Impulsfolge über R5 an den Eingang des Integrators aus OP2 (741). Im Integrator wird die Pulsfolge aufsummiert, wobei das Signal durch R6 bedämpft wird. C3 und R6 sind so bemessen, daß die Grenzfrequenz bei 80 Hz liegt. Am Ausgang MP2 erscheinen bereits die demodulierten Fernschreibzeichen, die allerdings noch von Amplitudenanteilen der Kennfrequenzen überlagert sind. Die Amplitude der Fernschreibzeichen beträgt an dieser Stelle 1 V_{ss} für 170 Hz Shift und 4 V_{ss} für 850 Hz Shift.
Zur endgültigen Aussiebung der restlichen Kennfrequenzanteile folgt mit OP3 ein aktiver Tiefpaß 2. Ordnung mit der Übertragungsverstärkung 1, dessen Grenzfrequenz ebenfalls 80 Hz beträgt.



3.21 RTTY–Nf-Konverter DJ6 HP 025

Zur Demodulation des RTTY-Subcarriersignals wird somit ein Flankendiskriminator verwendet, bei dem der Betrag der Ausgangsspannung an MP3 mit zunehmender Eingangsfrequenz größer wird (mit D1 an Masse negativ, mit D2 positiv).
Das demodulierte Fernschreibsignal schwimmt somit auf einem Gleichspannungspotential, das der Mittenfrequenz zwischen den beiden umschaltenden Kennfrequenzen entspricht. Variiert man die Mittenfrequenzlage z.B. durch die Empfängerverstimmung, ändert sich zwar der Gleichspannungspegel, aber der überlagerte Wechselspannungsanteil, der die RTTY-Signale darstellt, bleibt betragsmäßig erhalten.
Da sich der Gleichspannungsanteil je nach Eingangsfrequenzbereich und Shift-Lage zwischen + 12 V und - 12 V ändert, und das überlagerte Fernschreibsignal nur ein Bruchteil dieser Änderung ist, kann man keinen üblichen Schmitt-Trigger oder Komparator zur Flankenregenerierung nachschalten.

Die Aufgabe wird von OP4 (741) gelöst, der als sogenannter schwimmender Komparator (Vergleicher) geschaltet ist. Während der invertierende Eingang über R9 direkt mit der Signalquelle MP3 verbunden ist, erhält der Bezugseingang das gleiche Signal über einen Tiefpaß aus C6 und R10. Die Grenzfrequenz des Tiefpasses liegt weit unter der Folgefrequenz des Fernschreibsignals, wodurch der nichtinvertierende Eingang auf dem mittleren Potential der wechselspannungsüberlagerten Gleichspannung gehalten wird.

Durch diesen Schaltungstrick liegt das Bezugspotential des Komparators immer zwischen den überlagerten Spannungssprüngen der RTTY-Signale, auch wenn der Gleichspannungsanteil über den gesamten Aussteuerungsbereich variiert wird.
Am Ausgang von OP4 (MP4) erhält man das steilflankige Fernschreibsignal, mit dem man bereits die Schaltstufe des Linienstroms oder das Display steuern könnte.

Besonders für den UKW-Betrieb hat es sich aber als vorteilhaft erwiesen, eine Rauschsperre nachzuschalten, um zu verhindern, daß die Maschine beim Ausfall des RTTY-Signals fehlerhaft weiterschreibt. Hierzu wird das Signal nochmals über den Spannungsteiler R11, R12 und den passiven Tiefpaß aus R13 und C7 an den Eingang eines Schmitt-Triggers aus OP5 (741) geführt, der mit einer Schalthysterese von etwa 1 V arbeitet.
Gleichzeitig wird das Ausgangssignal des Komparators in der Form über C8 und R16 differenziert, daß sich für Störimpulse über 150 Hz an C 9 eine negative Spannung aufbaut. Abgegriffen mit P1 wird sie über R16 auf den Trigger-Eingang gegeben, wodurch die Triggerschwelle versch-

ben wird (Additions Schmitt-Trigger). Sobald am Konvertereingang ein Rauschen oder hochfrequentere Störsignale erscheinen, schaltet der Trigger in die negative Begrenzung.

Die Rauschsperre wird so eingestellt, daß ein sauberes Fernschreibsignal passieren kann. Hierzu führt man das Rauschen des UKW-Empfängers an den Konvertereingang und stellt P1 so ein, daß die Maschine oder das Display gerade in Ruhelage bleiben.

Der Ausgang des Triggers (MP5) steuert zwei Leuchtdioden, die den Wechsel der Kennzustände anzeigen. LED1 gibt dabei die Ruhelage an. T1 dient als Inverter und Treiber für den Linienstromschalter T2.

Durch die Eigenschaften des schwimmenden Komparators, dessen Ausgang nach etwa einer Sekunde ohne Wechselspannungsansteuerung in die negative Begrenzung fällt, und des Schmitt-Triggers OP5, der bei Störsignalen ebenfalls negativ geschaltet wird, fällt der Ausgang des Konverters grundsätzlich in die Ruhelage, wenn am Eingang Dauerträger oder Störsignale bzw. Rauschen anliegen.

Zum sicheren Betrieb soll die Nf-Eingangsamplitude größer als 300 mV_{ss} sein.

Der Empfang von Fernschreibsignalen ist nur möglich, wenn das Störsignal kleiner als das Nutzsignal ist. Hierbei genügt weniger als 1 dB Amplitudenunterschied im Gegensatz zu PLL-Schaltungen (phase locked loop), wo das Nutzsignal 6 bis 8 dB über dem Störer liegen muß. Zudem besteht bei PLL-Schaltungen die Gefahr, daß die Phasenvergleichsstufe auf Harmonische der Kennfrequenzen einrastet, oder daß Phasensprünge im AFSK-Signal interne Störimpulse erzeugen. Beide Störfaktoren werden beim Flankendiskriminator der beschriebenen Art ausgeschlossen.

Für den Space-Only-Betrieb muß die Eingangsamplitude soweit zurückgenommen werden, daß das Empfängergrundrauschen während der Mark-Pausen unter die Eingangstriggerschwelle fällt. Hierzu dreht man einfach die Lautstärkeeinstellung soweit zurück, bis das Fernschreibsignal sauber geschrieben wird.

Die Betriebsumschaltung „normal-reverse" geschieht durch wechselweises Erden von D1 oder D2. Ist Mark die höhere Kennfrequenz zugeordnet (UKW-F2), wird D2 an Masse gelegt. Für Mark als tiefere Kennfrequenz liegt D1 an Masse.

Ein Abgleich der Schaltung ist nicht notwendig, soweit die Werte der Bauelemente eingehalten werden. Dabei soll man die Toleranzgrenze von 10 % nicht überschreiten.

Die Versorgungsspannungen brauchen nicht stabilisiert zu sein, allerdings sollte der Symmetrieunterschied nicht größer als 10 % sein. Die

Schaltung arbeitet mit Versorgungsspannungen von ± 9 V bis ± 15 V. Die höheren Spannungen sind aber vorzuziehen, da die Operationsverstärker dann mit höherer Güte arbeiten. Der Konverter ist primär für den UKW–Amateurfernschreibverkehr entwickelt worden und technisch so gestaltet, daß keinerlei Abstimmung oder Abgleich notwendig sind. Er eignet sich zudem für den überwachungsfreien Empfang starker Kurzwellen- oder Langwellen-Stationen (Presse-Sender), da keine hohe Langzeitfrequenzkonstanz an Sender und Empfänger gestellt wird. Schließlich kann der Konverter als Wandler für AFSK–Signale verwendet werden, die auf Bandspeichern festgehalten sind. Durch die Nachlaufcharakteristik der Schaltung werden nur geringe Gleichlaufanforderungen an das verwendete Tonbandgerät bzw. den Cassettenrecorder gestellt.

Der Konverter hat folgende technische Daten:

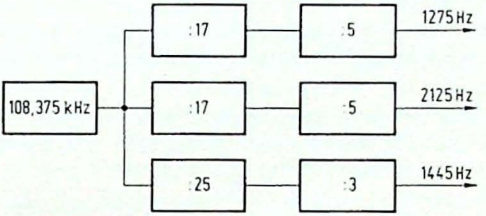
Versorgungsspannung:	± 15 V
Stromaufnahme ohne LEDs:	20 mA
max. Versorgungsspannungsunsymmetrie:	10 %
min. Eingangsamplitude:	200 mV_{ss}
Eingangswiderstand:	1 kΩ
Shift:	50 bis 2000 Hz
Frequenzbereich:	0 - 4 kHz
max. Nachziehgeschwindigkeit:	2 kHz s^{-1}
min. Space-Frequenz bei Space-Only:	300 Hz
max. Amplitude der Hintergrundgeräusche bei Space-Only in den Mark-Pausen:	150 mV_{ss}
Schrittgeschwindigkeit:	20 - 100 Baud

Bei 75 Baud werden die Beträge der Kondensatoren C3, C4, C5, C7 und C8 mit etwa 0,7 multipliziert, bei 100 Baud mit 0,5, um optimale Filterbandbreiten zu erreichen.

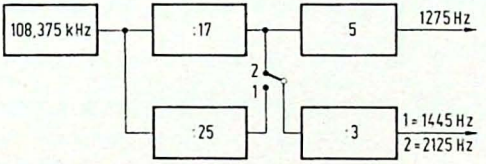
3.3 Quarz-AFSK

Zum Ausstrahlen von Fernschreibsendungen ist eine Frequenzumtastung notwendig. Dies läßt sich einerseits durch eine Frequenzverschiebung im VFO (FSK) erreichen, andererseits aber auch durch das Umschalten zweier Nf-Töne, die in den Mikrofoneingang des Senders gegeben werden. Diese sogenannte AFSK– (audio-frequency-shift-keying) Methode ist die gebräuchlichste, da kein Eingriff in den Sender notwendig ist.

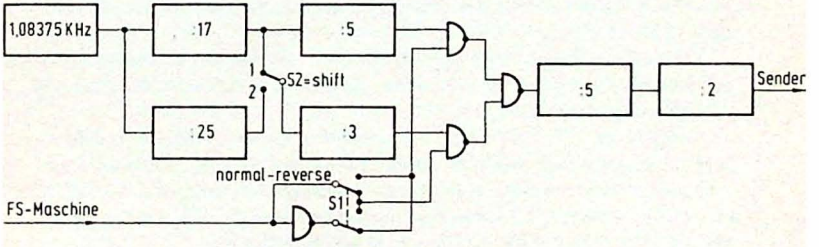
Bei der Entwicklung des Quarz-AFSKs DJ 6 HP 016 wurde von folgenden Vorgaben ausgegangen:



3.31 Grundkonzept der Frequenzaufbereitung beim Quarz–AFSK



3.32 Mehrfachausnutzung der Teilerkette beim Quarz–AFSK



3.33 Blockschaltung der Frequenzaufbereitung des Quarz–AFSKs

1. Es sollen die von der IARU Region 1 vereinbarten Normfrequenzen 1275 Hz, 1445 Hz und 2125 Hz verwendet werden.
2. Alle Frequenzen werden aus einem Mutter-Quarzoszillator gewonnen. Hierdurch wird eine hohe Frequenzstabilität erreicht, und gleichzeitig ist kein Frequenzabgleich notwendig.
3. Der Oberwellengehalt des digital aufbereiteten Signals soll möglichst gering sein, um einen UKW–Betrieb ohne Nebenwellen zu gewährleisten.

Zur Festlegung der Mutter-Quarzfrequenz bildet man zunächst das kleinste gemeinsame Vielfache der geforderten AFSK–Frequenzen. Hierzu zerlegt man deren Beträge in Primfaktoren:

$$1275 = 3 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 17 = 3 \cdot 5^2 \cdot 17$$
$$1445 = 5 \cdot 17 \cdot 17 = 5 \cdot 17^2$$
$$2125 = 5 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 17 = 5^3 \cdot 17$$

Die Multiplikation der jeweils höchsten Potenzen der Einzelfaktoren ergibt dann den gesuchten Wert:

$$3 \cdot 5^3 \cdot 17^2 = 108375$$

In 108,375 kHz sind somit alle Frequenzen der genormten Reihe ganzzahlig enthalten:

$$108{,}375\ \text{kHz} = 5 \cdot 17 \cdot 1275\ \text{Hz}$$
$$= 3 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 1445\ \text{Hz}$$
$$= 3 \cdot 17 \cdot 2125\ \text{Hz}$$

Daraus ergibt sich das Grundkonzept der Frequenzaufbereitung nach **Abb. 3.31.**

Da man von den drei AFSK–Frequenzen aber für die beiden Shifts 170 und 850 Hz jeweils nur zwei braucht, kann man die Teiler nach **Abb. 3.32** teilweise doppelt ausnutzen.

Leider haben nun alle Teiler ein ungerades Teilerverhältnis, so daß deren Ausgangssignal nicht im Tastverhältnis von 1 : 1 steht. Dies ist aber unbedingt notwendig, um die Grundfrequenz jeweils mit gleicher und maximaler Amplitude zu erhalten und andererseits den Oberwellengehalt des Ausgangsrechtecks so gering wie möglich zu halten.

Die einfachste Lösung dieses Problems ist die Verdopplung der Quarzfrequenz, wobei dann nach der Aufbereitung jeweils durch 2 geteilt wird, da das Signal eines Teilers : 2 grundsätzlich das geforderte Tastverhältnis von 1 : 1 besitzt.

Die Mutter-Quarzfrequenz muß danach 216,750 kHz betragen, um die bisher gestellten Forderungen zu erfüllen. Bei der Entwicklung stellte sich aber heraus, daß die Teilerkette nicht unter sechs ICs zu realisieren ist, wobei für den Teiler : 2 ein zusätzliches IC notwendig ist, da alle anderen Teilerbausteine voll belegt sind.

Hier hätte man einen 7473 einsetzen können, wobei dann eines der Flip-Flops redundant gewesen wäre. Da sich aber Quarzoszillatoren mit TTL-Toren wesentlich einfacher für Frequenzen über 1 MHz aufbauen lassen, wird zunächst mit einem 7490 durch 5 und dann durch 2 geteilt, so daß sich schließlich die endgültige Quarzfrequenz von 1,08375 MHz ergibt. **Abb. 3.33** zeigt den sich daraus ergebenden Aufbereitungsweg.

Die Oszillatorschaltung besteht aus den beiden Nand-Toren 1/1 und 1/2 eines 7400. 1/3 dient lediglich als Pufferstufe.

Der Teiler : 17 erfordert den größten Aufwand. Hier wurde nach der Regel 1 : (2n + 1) verfahren. Man braucht hierzu zwei JK-Flip-Flops und einen Teiler : n. n ist in diesem Falle 8, so daß drei Teiler : 2 benötigt werden. Der 7473/1 liefert die beiden JK-Flip-Flops und von den 7490/1, /2 und /3 werden die Teiler : 2 in Reihe geschaltet, so daß man den Teiler : 8 erhält.
Der Teiler : 5 ist der verbleibende Rest des 7490/1, und der Teiler : 25 sind die in Reihe geschalteten Teiler : 5 der 7490/2 und /3.
Schließlich wird der Teiler : 3 wieder nach der oben angegebenen Regel mit dem 7473/2 geschaltet, wobei n = 1 ist, so daß kein weiterer Baustein notwendig wird.

Die Umschaltung zwischen 170 und 850 Hz Shift erfolgt mit S 2, wie es in der Blockschaltung nach **Abb. 3.33** dargestellt ist.

Die Frequenzumschaltung durch die Sendekontakte der Maschine erreicht man dadurch, daß man die Linienstromleitung gegenüber Masse um 100 Ω anhebt. Fließt kein Linienstrom, liegt der Eingang über 100 Ω gegen Masse, wodurch das Tor 2/4 den Pegel für log. 0 erhält. Der invertierende Ausgang liegt dann auf 1. Je nach Schalterstellung von S 1, der die Shift-Lage „normal" oder „reverse" bestimmt, wird der Pfad über die Tore 2/1, 2/3 oder 2/2, 2/3 geöffnet, so daß immer nur ein AFSK-Ton die Umschaltverknüpfung passieren kann.
Ist der Linienstromkreis dagegen geschlossen, schaltet der Eingang vom Tor 2/4 durch den Spannungsabfall am 100 Ω Widerstand auf 1 und der Ausgang auf 0, wodurch an der Verknüpfung der jeweils umgekehrte Weg geöffnet wird.
Das Ausgangssignal vom Tor 2/3 wird anschließend im folgenden 7490/4 zunächst durch 5 geteilt und dann durch 2, um das Tastverhältnis von 1 : 1 zu erhalten.

Für den Kurzwellenbetrieb wäre die Schaltung am Ausgang des 7490/4 bereits komplett, da die restlichen Oberwellen des Rechtecksignals durch die schmalen Filter der gebräuchlichen SSB–Sender ausreichend unterdrückt werden.
Für den UKW–F 2–Betrieb gilt dies aber nicht, da bei den oft verwendeten Kanalgeräten mit breiteren Filtern gearbeitet wird. Aus diesem Grunde muß der Oberwellenanteil des AFSKs in einem nachgeschalteten Tiefpaßfilter bedämpft werden, um die Ausstrahlung von Nebenwellen zu vermeiden.
Die beiden Operationsverstärker 741/1 und 741/2 bilden ein aktives Tiefpaßfilter 4. Ordnung, dessen Grenzfrequenz bei etwa 2,3 kHz liegt. Am Ausgang des Filters erscheint ein praktisch reines Sinussignal.
Mit dem Potentiometer P1 wird die Ausgangsamplitude so eingestellt, daß der nachfolgende Sender voll ausgesteuert wird.

Ein Abgleich der Schaltung ist nicht notwendig (**Abb. 3.34**)
Der Quarz–AFSK hat folgende technische Daten:

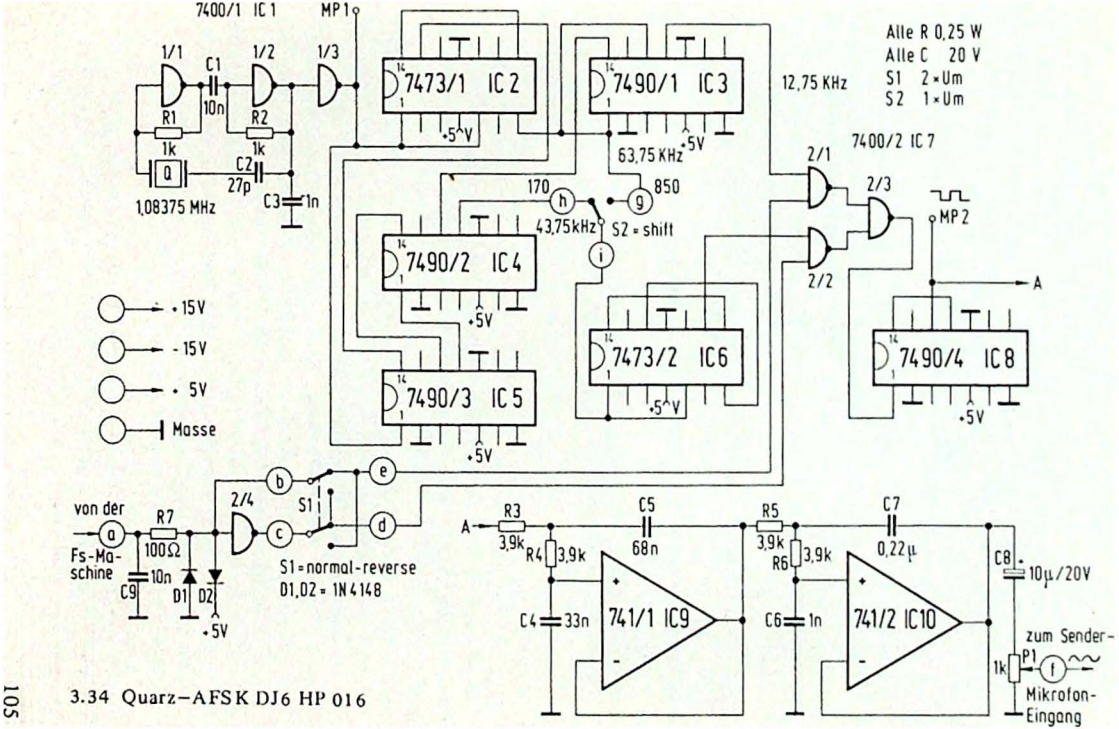
Stromversorgung:	+ 5 V 160 mA, ± 15 V 5 mA
Ausgangsamplitude max.:	2,8 V_{ss}
Innenwiderstand:	1 kΩ
Ausgangsfrequenzen:	1275 Hz, 1445 Hz und 2125 Hz, 1445 Hz und 2125 Hz je nach Shift umschaltbar
Tiefpaßfilterwelligkeit:	kleiner als 3 dB
Oberwellenunterdrückung:	größer 40 dB
Klirrfaktor:	kleiner 2 %
Quarzfrequenz:	1,08375 MHz

3.4 Funktionsgenerator–AFSK

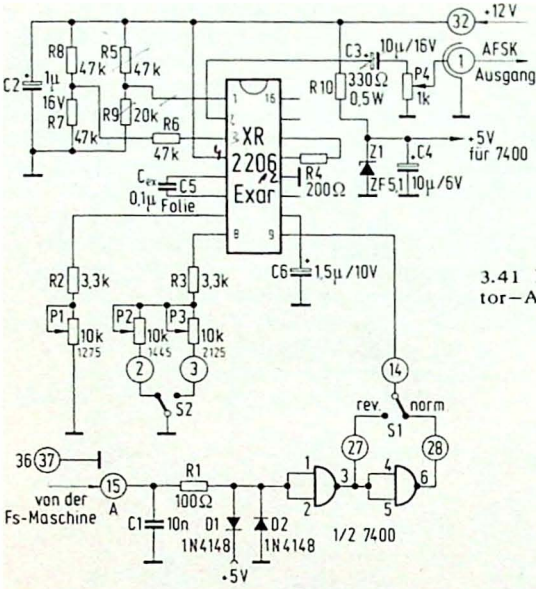
Soweit die notwendigen Meßmittel zur Verfügung stehen, kann man den AFSK auch mit einem Funktionsgenerator–IC aufbauen.

Die bereits im Tongenerator verwendete Type XR 2206 der Firma Exar hat hierfür einen sogenannten FSK–Eingang, mit dem sich der Generator für zwei Frequenzen umschalten läßt. Der hierzu notwendige Steuereingang Pin 9 ist TTL–kompatibel.

Abb. 3.41 zeigt die komplette Schaltung des AFSKs DJ 6 HP 024. Am Punkt A werden die Fernschreibgleichstromsignale eingespeist. Störspitzen blockt C1 ab, während R1, D1 und D2 die TTL–Umschaltlogik vor Überspannungen schützen.



3.34 Quarz–AFSK DJ6 HP 016



3.41 Funktionsgenerator–AFSK DJ6 HP 024

Mit S1 wird die Kennfrequenzlage zwischen „normal" und „reverse" umgeschaltet. Die Fernschreibzeichen im TTL–Pegel steuern den Anschluß 9 des Generator–ICs.

Das Ansteuersignal der Maschine wird wiederum in der Form gewonnen, daß man die Linienstromleitung über 100 Ω von Masse anhebt, wodurch sich ein Spannungsabfall bei geschlossenem Linienstromkreis ergibt (etwa 4 V bei 40 mA Linienstrom). Ist der Linienstromkreis unterbrochen, liegt die Umschaltlogik gegen Masse, was der log. 0 am Eingang entspricht.

Die frequenzbestimmenden Glieder des Generators sind Cex und jeweils der Widerstand, der von den Pins 7 oder 8 nach Masse geschaltet ist. Für log. 1 an Pin 9 wird der Strompfad über Pin 7 aktiviert, während der über Pin 8 bei log. 0 frequenzbestimmend ist.

Die Oszillatorfrequenz errechnet sich aus:

$$f_{osz} = \frac{1}{Cex \cdot R} \text{ in Hz} \qquad \begin{matrix} R \text{ in } \Omega \\ Cex \text{ in Farad} \end{matrix}$$

Die Umschaltung der Shift von 170 auf 850 Hz geschieht mit dem Schalter S2, wobei die Kennfrequenzen 1275, 1445 und 2125 Hz mit P1, P2 und P3 eingestellt werden.
Mit dem Potentiometer P4 wählt man die Ausgangsamplitude des AFSKs so, daß der nachgeschaltete Sender voll ausgesteuert wird.

Das Ausgangssignal ist sinusförmig, so daß kein Tiefpaß nachgeschaltet werden muß.

Folgender Abgleich der Schaltung ist notwendig:

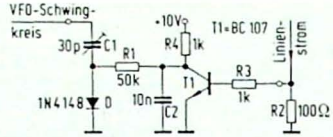
1. Fernschreibeingang A an Masse. S1 auf „reverse" stellen. Zähler oder Oszillograf an den AFSK–Ausgang. P4 auf 1 V_{ss} Ausgangsamplitude stellen. Ausgangsfrequenz mit P1 auf 1275 Hz einstellen.
2. Schalter S1 auf „normal". Schalter S2 auf „170". Ausgangsfrequenz mit P2 auf 1445 Hz einstellen.
3. Schalter S2 auf „850". Frequenz am Ausgang mit P3 auf 2125 Hz einstellen.
4. A von Masse lösen, und an + 5 V legen. Ausgangsfrequenz muß umschalten.
5. Ausgang mit dem Mikrofoneingang des Senders verbinden. Ausgangspegel mit P4 so einstellen, daß der Sender voll durchgesteuert wird.

Der AFSK hat folgende technische Daten:

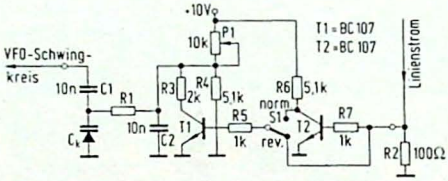
Stromversorgung:	+ 12 bis 15 V, 50 mA
Versorgungsspannungsabhängigkeit der Ausgangsfrequenz :	0,01 % · V^{-1}
Temperaturabhängigkeit der Ausgangsfrequenz:	$\pm 2 \cdot 10^{-5} \cdot grd^{-1}$
Klirrfaktor:	2 %
Ausgangswiderstand :	600 Ω
Bestückung:	XR 2206 (Exar), 7400

3.5 FSK–Schaltungen

Bei der FSK–Steuerung wird der VFO des Senders direkt im Rhythmus der Fernschreibgleichstromsignale um den Betrag der Shift in der Frequenz umgeschaltet.



3.51 FSK–Schaltung mit Diodensteuerung



3.52 FSK–Schaltung mit Kapazitätsdiodensteuerung
S1 = Umschaltung der Kennzustände

Naturgemäß ist die Realisierung dieser Modulationsart jeweils abhängig von dem im Sender verwendeten VFO und der nachfolgenden Hf-Aufbereitung.

Dabei muß berücksichtigt werden, daß das abgestrahlte Signal bei vielen SSB–Geräten zum Teil die Summe oder die Differenz aus der VFO–Frequenz und der Frequenz des aufbereiteten SSB–Signals ist, so daß eine Umschaltmöglichkeit für die Zuordnung der Kennfrequenzen vorgesehen werden muß.

Weiterhin ist die FSK–Methode mit reinen Transceivern nicht möglich, da sonst der übliche Gleichwellenbetrieb ausgeschlossen bleibt, weil eine der Kennfrequenzen der Empfangsfrequenz (Schwebungsnull) entspricht.

Prinzipiell wird bei der FSK–Steuerung der VFO immer in der Form verstimmt, daß dem frequenzbestimmenden Resonanzkreis eine Kapazität parallelgeschaltet wird, die den Oszillator tiefer schwingen läßt.

Am einfachsten geschieht das nach **Abb. 3.51** mit einem Trimmer C1. Mit der Kapazität ist eine Diode in Reihe geschaltet, die als Serienwiderstand wirkt. Ist die Diode leitend, geht die Kapazität in den Schwingkreis ein, dessen Resonanzfrequenz dadurch verstimmt wird. Der Betrag der Verstimmung wird mit C1 eingestellt. Die Steuerspannung für die Diode gewinnt man aus dem Linienstrom der Maschine, wobei der Masseanschluß über R2 angehoben wird.

Soll bei geschlossenem Linienstromkreis die höhere Oszillatorfrequenz erzeugt werden, muß ein Inverter zwischengeschaltet werden. Der Transistor T1 in Emitterschaltung übernimmt diese Aufgabe, wodurch die Zuordnung der Kennfrequenzen vertauscht wird.
Es sei darauf hingewiesen, daß die Amplitude der Hochfrequenzspannung an der Diode kleiner als deren Schwellspannung sein muß, da die Diode sonst auch ohne die Gleichspannungssteuerung leitend wird. Man kann den Oszillatorschwingkreis auch durch eine Kapazitätsdiode verstimmen, deren Vorspannung man so einstellt, daß die resultierende Kapazitätsänderung der Shift entspricht. In Abb. 3.52 ist eine Lösungsmöglichkeit gezeigt.
Mit dem Transistor wird der Spannungsteiler so belastet, daß die Teilerspannung zwischen zwei Werten umgeschaltet wird. Ist der Transistor durchgeschaltet, sinkt die Teilerspannung, wodurch die Kapazität der Diode größer wird. Den Betrag der Teilerspannungsänderung stellt man mit dem Potentiometer P1 ein.
Die Zuordnung der Frequenzen läßt sich durch Vorschalten eines weiteren Transistors in Emitterschaltung umkehren. Mit einem Transistor ist die Oszillatorfrequenz für die Ruhestellung der Maschine (Linienstromkreis geschlossen) die tiefere.
Die Amplitude der Hochfrequenzspannung an der Kapazitätsdiode soll auch in dieser Schaltung kleiner als deren Vorspannung sein. Zudem muß die Spannung U stabilisiert sein, da ihre Änderung direkt in die Oszillatorfrequenz eingeht.

Der Einbau einer FSK–Steuerung in einen vorhandenen Sender ist nur mit den notwendigen Hf-Meßmitteln ordnungsgemäß möglich, da die Hf-Amplituden bekannt sein müssen. Es wird davor gewarnt, gekapselte VFOs kommerzieller Geräte zu öffnen, die einerseits dadurch zerstört werden können und wodurch andererseits natürlich der Garantieanspruch verfällt. Hat man keine Erfahrung in der Hf-Technik, sollte besser die AFSK–Steuerung des Senders vorgezogen werden.

3.6 Fernschreib-Fernseh-Display

In der professionellen Technik sind Datensichtgeräte, bei denen alphanumerische Zeichen auf einem Bildschirm dargestellt werden, bereits seit einigen Jahren üblich. Allerdings ist der Preis für solche Displays sehr hoch und war zunächst für die Verwendung im Amateur-Funkfernschreiben unerschwinglich.

Integrierte Speicher, Zeichengeneratoren sowie einfache TTL–Schaltungen sind durch die Produktion hoher Stückzahlen im Preis soweit gefallen, daß es auch für Funkamateure möglich ist, die mechanische Fernschreibmaschine durch ein elektronisches Display zu ersetzen, das in Verbindung mit einer elektronischen Tastatur eine komplette Fernschreibanlage darstellt.

Das erste Fernschreib-Display für Amateure wurde 1971 von der amerikanischen Firma HAL angeboten. Die Darstellung der Zeichen erfolgte auf dem Bildschirm eines handelsüblichen Fernsehgerätes. Das unter dem Namen RVD 1002 bekannte Display zeichnete den Fernschreibtext in 20 Reihen zu je 50 Zeichen auf.
Die Anzahl von 50 Zeichen pro Reihe hatte allerdings den Nachteil, daß die Auflösung durch die beschränkte Videobandbreite der üblichen Fernsehgeräte nicht optimal war. Im Nachfolgemodell RVD 1005, das 1975 erschien, hat man sich auf 40 Zeichen pro Reihe beschränkt, dafür aber die Reihenzahl auf 25 erhöht, so daß die Kapazität von 1000 Zeichen erhalten blieb.

Nicht zuletzt aus finanziellen Gründen sollte die Amateur-Entwicklung des Fernschreib-Displays DJ 6 HP 014 eine alternative Lösung zu dem aus den USA angebotenen Gerät darstellen. Die Schaltung ist inzwischen von mehreren Hundert Amateuren nachgebaut worden und vor allem im europäischen Raum verbreitet. Bei der Konzeption des Gerätes wurde aus dem großen Applikationsangebot von reinen Datensichtgeräte-Schaltungen die von Don Lancaster aus der Zeitschrift „Radio-Electronics" Heft 9/73 als Entwicklungsbasis gewählt. Wie bei allen anderen Schaltungsvorschlägen wird auch in dieser Beschreibung im ASCII–Code (american standard code for information interchange) gearbeitet, da natürlich nicht an eine Anwendung für die Amateurfernschreibtechnik gedacht wurde. Allerdings sind grundsätzliche Schaltungseinheiten so elegant gelöst worden, daß sich eine Übernahme für die Anwendung im Amateurfunk anbot.

Erforderlich ist ein Interface (Anpassungs-Elektronik), welches die Baudot-codierten Fernschreibzeichen zunächst entzerrt, sie dann von serieller Form in parallele umwandelt und schließlich in den ASCII–Code umsetzt, der zur weiteren Aufbereitung im Display erforderlich ist. Zudem sind die Fernschreibbetriebssignale (Wagenrücklauf, Zeilenvorschub, BU, ZI) zu erkennen und eine Vorauslöschung zu realisieren, um den Einsatz für die RTTY–Betriebsart möglich zu machen.
In der Display-Schaltung nach Lancaster ließen sich eine Reihe von Vereinfachungen vornehmen, so daß der finanzielle Aufwand für das Gerät in einen Bereich kommt, der auch für den „Durchschnitts-Amateur" realistisch ist.

Das Schirm-Schriftbild des DJ 6 HP 014 ist in 16 Reihen zu je 32 Zeichen organisiert. Die sich hieraus ergebende Kapazität von 512 Zeichen hat sich für den Fernschreibbetrieb als völlig ausreichend erwiesen, so daß man auf teuere Speicher höherer Kapazität verzichten kann.

Eine detaillierte Beschreibung des Gerätes würde den Rahmen dieses Buches sprengen, so daß die Funktion mit Hilfe einer Blockschaltung erläutert werden soll. Die genaue Nachbaubeschreibung ist in einem speziellen Handbuch veröffentlicht worden.

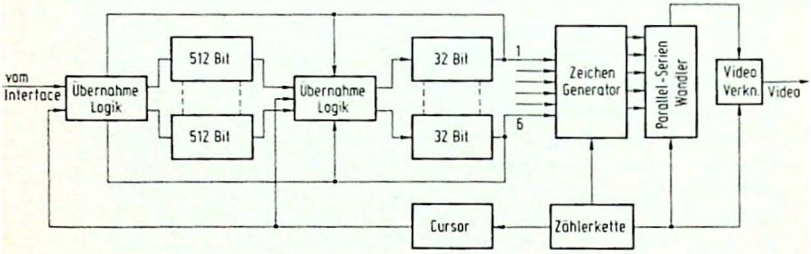
Das Fernschreib-Display ist in zwei Funktions-Einheiten aufzuteilen. Einerseits in die Display-Einheit, die die fertig aufbereiteten Daten übernimmt, speichert und in das Videosignal umwandelt, daß zur Verwendung eines Fernsehers als Sichtgerät notwendig ist. Andererseits in die Interface-Einheit, die die seriellen Fernschreibzeichen von der Signalquelle (Konverter, Tastatur) erhält und zur Übernahme in den Speicher des Displays vorbereitet.

Nach der Blockschaltung **Abb. 3.61** besteht die Display-Einheit aus den Baugruppen Seitenspeicher, Reihenspeicher mit Zeichengenerator und Videoverknüpfung, Synchron- und Taktsignalaufbereitung und dem sogenannten Cursor.
Da im 6 Bit ASCII–Code gearbeitet wird, tastet man die 512 Zeichen einer Seite (Bildschirmkapazität) zunächst in 6 parallel geschaltete Schieberegister zu je 512 Bit ein. Diese sind durch eine Übernahmelogik mit sechs weiteren Registern verbunden, die jeweils eine Kapazität von 32 Bit haben. Aus dem Seitenspeicher mit 512 Zeichen Kapazität werden für jede Reihe 32 Zeichen im ASCII–Code parallel in den Reihenspeicher eingetaktet. Dies geschieht pro Seite (Bildschirm) 16 mal, um dann wieder von neuem zu beginnen.

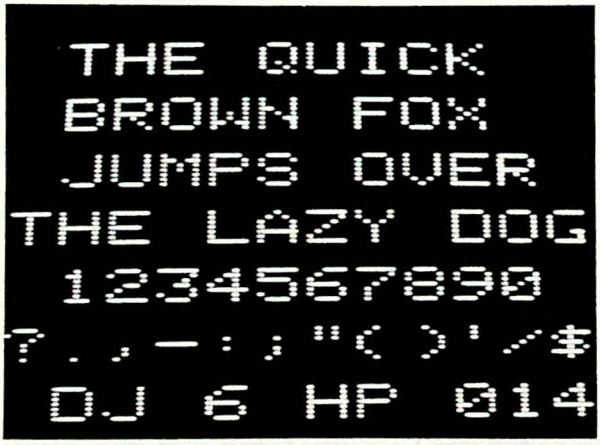
Die alphanumerischen Zeichen werden nach **Abb. 3.62** auf dem Bildschirm im 5 x 7 -Punktraster ausgeschrieben. Jede Reihe muß somit 7 mal durchgetaktet werden, wobei der Zeichengenerator jeweils die Information erhält, welche Zeile der Reihe im Videosignal erscheinen soll. Die 32 parallel zu 6 Bit geordneten Zeichen im Reihenspeicher werden dabei vom Ausgang des Registers zum Eingang zurückgekoppelt und durchlaufen es 7 mal, ehe eine neue Reihe vom Seitenspeicher übernommen wird.

Um zwischen den Reihen einen Abstand zu bekommen, werden einige Zeilen ohne Modulation geschrieben. Zudem wird diese Zeit zur Übernahme der nächsten 32 Zeichen in den Reihenspeicher genutzt.

Am Ausgang des Zeichengenerators erscheint die 5-Bit Helligkeitsinformation (entsprechend der 5 vertikalen Spalten eines Zeichens) der



3.61 Blockschaltung der Display-Einheit
(RTTY–TV–Display DJ6 HP 014)



3.62 alphanumerische Zeichen im 5 x 7 Punktraster
(Schirmbildausschnitt)

selektierten Zeile des am Eingang anliegenden Zeichens. Diese Information wird von einem Parallel-Serien-Wandler übernommen und kann direkt als Video-Helligkeitssignal ausgetaktet werden.
In der Video-Verknüpfungsstufe wird das Helligkeitssignal vom Parallel-Serien-Wandler mit den Zeilen- und Bildsynchronimpulsen des Taktgenerators verknüpft, das der Video-Vorstufe eines handelsüblichen Fernsehgerätes zugeführt werden kann.

Die Aufbereitung aller Takt-, Steuer- und Synchronsignale geschieht durch einen Mutter-Quarzoszillator, der bei 4,5 MHz schwingt. Die Teilerkette, aus der die notwendigen Signale gewonnen werden, endet wahlweise mit 60 oder 50 Hz, der Bildfrequenz für das Videosignal (in Europa 50 Hz-Norm üblich).

Der sogenannte Cursor erzeugt eine Blinkmarke an der Stelle auf dem Bildschirm, wo das nächste Zeichen eingeschrieben wird. Die zugehörige Elektronik gibt die Position im Seitenspeicher an, auf die das nächste einlaufende Fernschreibzeichen gesetzt werden muß, damit es folgerichtig dem vorhergehenden Text angeschlossen wird. Hierzu muß dem Cursor vom Interface angegeben werden, daß ein neues Zeichen am Seitenspeicher-Eingang anliegt und übernommen werden kann. Das Einschreiben neuer Zeichen erfolgt bei 60 Hz Bildfolge mit maximal 30 Zeichen pro Sekunde und bei 50 Hz Bildfolge mit 25 Zeichen pro Sekunde. Dies entspricht einer maximalen Schrittgeschwindigkeit von 225 bzw. 187 Baud, die für die Amateurfunkanwendung völlig ausreichend ist, zumal hier nur mit 45, 45 Baud geschrieben wird.

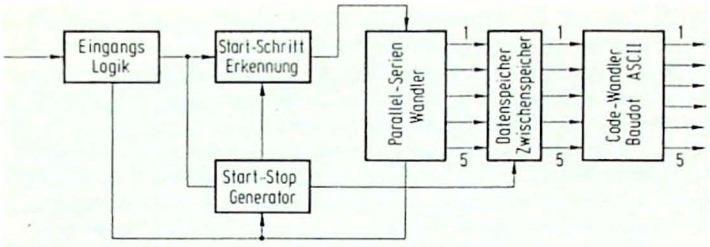
Sobald eine Seite (Bildschirm) mit 16 Reihen vollgeschrieben ist, beginnt die nächste Reihe wieder oben links auf dem Schirm, wobei jeweils der alte Text der neu einzuschreibenden und der der folgenden gelöscht wird.
Es ist aber auch möglich, den Speichereingang und die Reihenlöschung zu sperren und die nächste Einschreibposition über alle 512 Speicherplätze zu wählen. Dies bedeutet, daß der gesamte Schirm frei korrigierbar ist, ohne jeweils den gesamten Text erneut einschreiben zu müssen. Für den praktischen Gebrauch als Fernschreibempfangsgerät ist diese Möglichkeit der Korrektur zwar uninteressant, aber bei der Verwendung als Datensichtgerät von großem Nutzen.

Durch einen Umschalter können zwei Seitenspeicher zu je 512 Zeichen wahlweise eingeschaltet werden. Dabei ist einer der Speicher mit der Eingabe durch das Interface verbunden, während der andere seine Information festhält. Hierdurch besteht die Möglichkeit, den Anfang einer Fernschreibverbindung, in dem meist Rufzeichen, Name und Standort enthalten sind, im Reservespeicher zu halten, und mit dem anderen die

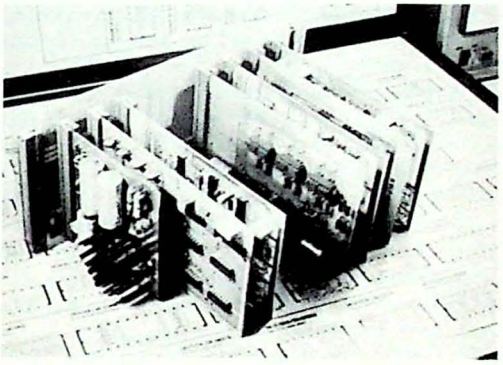
laufende Verbindung auszuschreiben. Wenn man die „Personalien" seines Partners vergessen hat, braucht man lediglich aufs „Knöpfchen" zu drücken, und schon ist man wieder im wahrsten Sinne des Wortes im Bilde.
Das Videosignal wird in die Video-Vorstufe eines Fernsehgerätes eingespeist. Die Synchronsignale liegen negativ, so daß für ein vorhandenes Fernsehgerät eventuell ein Inverter vorgeschaltet werden muß. Es ist allerdings auch möglich, einen Oszillator zu modulieren, um direkt in den Hf-Eingang des Gerätes gehen zu können. Dies bringt aber Auflösungsverluste, die die Bildqualität verschlechtern.
Die Stromversorgung des Fernsehgerätes sollte grundsätzlich über einen Trenntransformator erfolgen, da das Display sonst bei falscher Polung zerstört werden könnte.

Im Interface müssen die empfangenen Fernschreibzeichen so aufbereitet werden, daß sie vom Display in den Seitenspeicher übernommen werden können.
Hierzu sind zwei Baugruppen erforderlich, der Entzerrer mit dem Serien-Parallel-Wandler und der Datenselektor, dem der Umcodierer nachgeschaltet ist.
Nach der Blockschaltung **Abb. 3.63** werden die einlaufenden Zeichen zunächst dem Entzerrer zugeführt. Diese Stufe ist notwendig, weil die Zeichen auf dem Übertragungsweg auf verschiedenste Weise ihre genormte Form verlieren können. Zur Weiterverarbeitung müssen die Zeichen aber auf ihre exakte Impulsbreite regeneriert werden, da sonst die nachfolgende Elektronik ihren Taktbezug verliert.
Beim Entzerrer wird davon ausgegangen, daß jedes Fernschreibzeichen mit dem Start-Schritt beginnt. Hiermit wird ein Start-Stop-Generator getriggert, der jeweils zur Mitte der einlaufenden Zeichenschritte einen kurzen Impuls auslöst. Während dieser Impulsdauer wird der logische Zustand des Eingangssignals erkannt und in der Logik für die exakte Schrittlänge der empfangenen Schrittgeschwindigkeit gehalten. Das entzerrte Fernschreibzeichen hat somit immer eine Verzögerung von einer halben Schrittlänge gegenüber dem Eingangssignal. Wird der Startschritt des empfangenen Zeichens nicht erkannt, oder ist er verfälscht, ist eine Fehlschrift nicht zu vermeiden. Der Entzerreroszillator wird für die jeweilige empfangene Schrittgeschwindigkeit umgeschaltet.

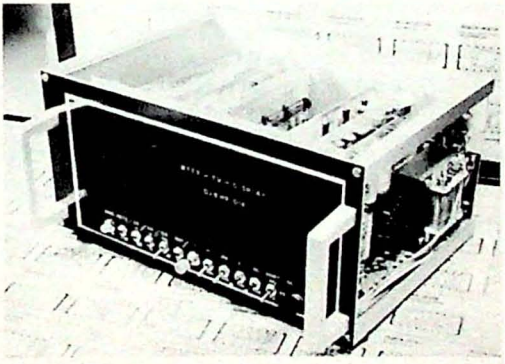
Die entzerrten Signale werden in einen Serien-Parallel-Wandler eingetaktet. Sobald dieses Register das gesamte Zeichen übernommen hat, wird das Übernahmesignal für den Zwischenspeicher gegeben, der die logische Information bis zum nächsten voll eingeschriebenen Zeichen hält. Dieses Übernahmesignal gibt auch gleichzeitig der Cursor-Elektro-



3.63 Blockschaltung der Interface-Einheit (RTTY–TV–Display DJ6 HP 014



3.64 konstruktiver Aufbau des RTTY–TV–Display DJ6 HP 014 mit gedrucktem Kabelbaum und aufgesteckten Platinen



3.65 Das fertige RTTY–TV–Display

nik des Displays die Anzeige, daß ein neues Zeichen anliegt und in den Seitenspeicher übernommen werden kann.
Hierbei müssen aber die Informationen ZI und BU logisch selektiert werden, um dem nachfolgenden Code-Wandler anzuzeigen, ob er in die Buchstaben- oder Zeichenebene schalten muß.

Der Ausgang des Zwischenspeichers ist direkt mit dem Code-Wandler verbunden. Hier wird ein 1024 Bit MOS Read Only Memory verwendet, das für die Code-Umsetzung von Baudot auf ASCII programmiert ist. Am Ausgang des Umcodierers erhält man das 8 Bit ASCII–Signal in paralleler Form. Bit 8 wird als Parity-Bit nicht verwendet. Bit 6 und 7 liegen beim ASCII–Code beide auf log. 0, wenn eine Kontrollfunktion erscheint (Wagenrücklauf, Zeilenvorschub, Klingel usw.). Alle diese Funktionen werden so aufbereitet, daß das nachfolgende Display darin eine Leertaste erkennt, so daß der Bildschirm grundsätzlich voll ausgeschrieben werden kann.
Wagenrücklauf läßt sich aber auch durch Umschaltung erkennen (notwendig für Tabellen), so daß beim Eingeben dieser Funktion dann die Reihe gewechselt wird und in der nächsten neu begonnen wird. Die zusätzliche Eingabe von Zeilenvorschub ist wie bei einer elektrischen Schreibmaschine nicht notwendig.

Bei erschwerten Übertragungsbedingungen kann es passieren, daß die Informationen BU oder ZI verlorengehen oder verfälscht werden. Um dies korrigieren zu können, sind zwei Tasten vorgesehen, mit denen die Elektronik extern angewiesen werden kann, den folgenden Text als Buchstaben oder Zeichen und Ziffern zu schreiben.
Das Interface ist so ausgelegt, daß auch andere Displays verwendet werden können, soweit sie parallele ASCII–Ansteuerung benötigen.

Konstruktiv ist die Elektronik des Fernschreib–TV–Displays auf 7 Europakarten (160 mm x 100 mm) aufgeteilt. Zur Verschaltung der Platinen untereinander wurde ein gedruckter Kabelbaum verwendet, wodurch das Verdrahten der Platinen untereinander wegfällt. Die seitlichen Anschlüsse des Kabelbaumes führen zu den Schaltern, dem Transformator und dem Eingang und Ausgang (**Abb. 3.64**).
Für das gesamte Gerät ist ein Gehäuse mit den Maßen 300 mm x 200 mm x 150 mm notwendig (**Abb. 3.65**).
Die wichtigsten technischen Daten des Displays sind:

Stromversorgung:	+ 5 V	800 mA
	+ 12 V	40 mA
	- 5 V	20 mA
	- 12 V	50 mA

Eingangssignal:	log. 1 = + 2 V bis + 15 V log. 0 = + 0,5 V bis - 15 V	
Max. Eingangsschrittgeschwindigkeit für 50 Hz Bildfolgefrequenz: für 60 Hz Bildfolgefrequenz:	 187 Baud 225 Baud	
Code des Eingangssignals:	CCITT Nr. 2 (Baudot) seriell	
Ausgangssignal:	Videosignal Synchronsignale negativ Bildinhalt positiv Synchronsignalamplitude: Bildinhaltssignalamplitude: Innenwiderstand: Bandbreite:	 2 Vs 2,5 Vs 400 Ω 4,5 MHz
Bildfrequenz wahlweise:	50 Hz	60 Hz
Bildimpulsbreite:	1,54 ms	1,52 ms
Zeilenfrequenz:	15,60 kHz	15,84 kHz
Zeilenimpulsbreite:	5,33 µs	5,25 µs
Videotaktfrequenz:	4,4928 MHz	4,56192 MHz
Schirmbild:	Kapazität 16 x 32 Zeichen Zeichen im 5 x 7 Punktraster	
Handbuch:	2. Seitenspeicher mit gleicher Kapazität möglich	

Elektronische Fernschreibanlage DJ6 HP 014-022/023, Selbstverlag DJ6 HP

3.7 Elektronische Fernschreib-Speichertastatur

Der kommerzielle Bauelementemarkt von ICs hat dazu geführt, daß man in der RTTY–Technik inzwischen in der Lage ist, die Amateurfernschreibstation völlig zu „elektronifizieren". Hierbei wird durch den Verzicht auf die Mechanik der oft lästige Lärm der Maschine vermieden, so daß inzwischen Amateure das Fernschreiben in ihr Betriebsarten-„Repertoire" aufgenommen haben, denen es vorher aus akustischen Gründen nicht möglich war.

Zur Darstellung von RTTY–Sendungen werden dabei Fernschreib-TV–Displays verwendet, mit denen der Fernschreibtext über eine umfangreiche Elektronik auf dem Schirm eines handelsüblichen Fernsehgerätes abgebildet wird.
Sendeseitig ist zur Erzeugung der Fernschreibzeichen eine Tastatur erforderlich, mit der wiederum auf elektronischem Wege die seriellen

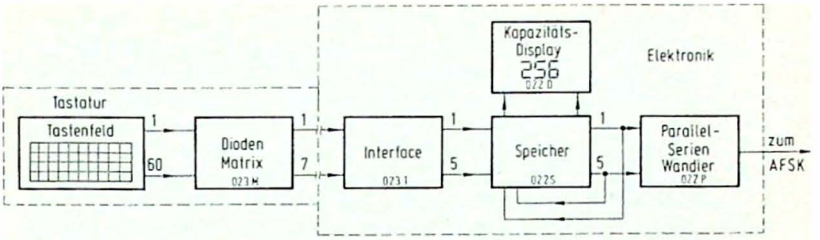
Fernschreibgleichstromsignale erzeugt werden, um damit den AFSK oder die FSK–Schaltung des Senders zu steuern.

Die erste elektronische RTTY–Tastatur auf dem Amateurmarkt war die RKB - 1 der Firma HAL (USA), die als 4-Reihen-Tastatur bereits so konzipiert war, daß die Umschaltung von Buchstaben auf Ziffern und Zeichen nicht mehr von Hand eingegeben werden mußte.
Sie hatte allerdings den Nachteil, daß sie weder eine Eingabeblockierung noch einen Pufferspeicher besaß, so daß sie sehr leicht überschrieben werden konnte, wodurch Fehlschriften entstanden.
Die Tastatur von DC 9 UP war die erste deutsche Amateurentwicklung, die als 3-Reihen-Tastatur mit BU von ZI von Hand zum derzeitigen Stand der Technik eine Alternative zur RKB - 1 darstellte, zumal eine preisgünstigere Tastatur zur Vervollständigung einer elektronischen RTTY–Anlage bei der Entwicklung angestrebt wurde.

Völlig neue Wege zeigte die Nachfolgetype der Firma HAL, die RTTY–CW–Tastatur DKB - 2010. Ein Überschreiben der Tastatur wird durch einen Pufferspeicher aufgefangen. Die Kapazität von drei Zeichen in der Grundausstattung ist allerdings unbrauchbar, da sie von jedem geübten Schreiber bereits nach einer halben Zeile überschritten wird. Die möglichen Zusatzspeicherplätze bis 128 Zeichen gestatten aber auch dem schnellen Schreiber, ohne Zeichenverlust zu arbeiten. Als weitere Neuheiten und Betriebserleichterungen lassen sich Festwertspeicher abrufen, deren Texte immer wieder im Funkverkehr benötigt werden (cq, Rufzeichen, ry, quick brown fox . . .).

Eine alternative Amateurentwicklung zu dieser 2. Generation elektronischer RTTY–Tastaturen soll die Tastatur DJ 6 HP 022/023 darstellen, wobei in der Konzeption der Schaltung folgende Ziele vorgegeben wurden:

1. Eindeutige Reproduzierbarkeit der Schaltung, damit der Nachbau auch den Amateuren möglich ist, die nicht „vom Fach" sind.
2. Automatische Umschaltung zwischen BU und ZI.
3. Ausreichende Pufferspeicherkapazität, um ein Überschreiben der Tastatur zu verhindern.
4. Akustische und optische Anzeige des Zeilenendes.
5. Automatisches Einblenden von Wagenrücklauf und Zeilenvorschub am Zeilenende.
6. Möglichkeit des QRM–Betriebs, bei dem vor jedem Buchstaben automatisch BU und vor jedem Zeichen bzw. jeder Ziffer ZI eingeblendet wird.



3.71 Blockschaltung der Fernschreib-Speicher-Tastatur DJ6 HP 022/023

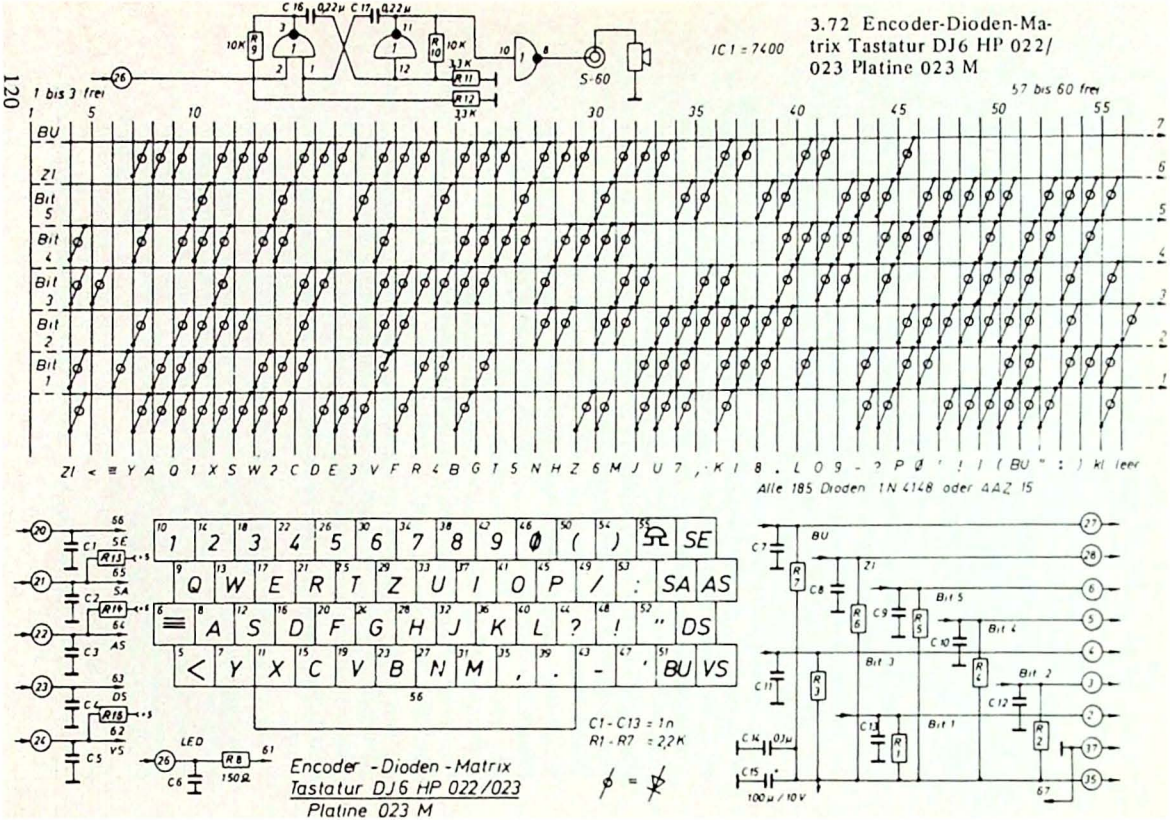
7. Ausnutzung des Speichers für verschiedene Betriebsprogramme (Speicher-Einschreiben, Speicher-Ausschreiben, Speicher-Stop, Durchschreiben, Vorschreiben).

In der Blockschaltung **Abb. 3.71** ist die prinzipielle Funktionsfolge der Tastatur dargestellt. Sie besteht aus fünf Baugruppen. Zur Eingabe der gewünschten Fernschreibinformationen dient zunächst das Tastenfeld. Die Tastenkontakte sind mit dem sogenannten Encoder verbunden, der aus einer Diodenmatrix besteht. Mit Hilfe dieser Matrix wird für jede Taste eine bestimmte parallele Information erzeugt, die im Baudot-Code dargestellt wird. Das parallele Fernschreibzeichen gelangt zum Tastatur-Interface, wo es erkannt und gezählt wird.
Im Interface werden zusätzlich die notwendigen Informationen eingeblendet, die anzeigen, ob es sich um einen Buchstaben oder eine Ziffer bzw. ein Zeichen handelt. Gleichzeitig werden das Zeilenende erkannt und Wagenrücklauf und Zeilenvorschub eingeblendet.
Die Folge der Fernschreibzeichen wird vom Speicher übernommen, von dessen Ausgang sie dann in der jeweiligen Normgeschwindigkeit durch den Parallel-Serien-Wandler abgerufen wird. Zur Überwachung der Anzahl der belegten Speicherplätze dient eine dreistellige Kapazitätsanzeige, die es dem Schreiber gestattet, bei bestimmten Speicherprogrammen, die schaltbar sind, den Speicher bis an die Grenze seiner Kapazität auszunutzen.

Die verschiedenen Speicherbetriebsarten gestatten u.a. das Vorschreiben von Texten, um eine maximale Informationsübertragungsgeschwindigkeit zu erhalten. Zudem kann der Speicher als Schleife geschaltet werden, so daß Texte Lochstreifen-adäquat eingeschrieben werden können, um sie dann ständig wiederholend mit maximaler Zeichenfolge auszuschreiben.

Der Encoder (**Abb. 3.72**)
Obwohl bereits integrierte Encoder für den Baudot-Code auf dem Markt

3.72 Encoder-Dioden-Matrix Tastatur DJ6 HP 022/023 Platine 023 M



Encoder - Dioden - Matrix
Tastatur DJ6 HP 022/023
Platine 023 M

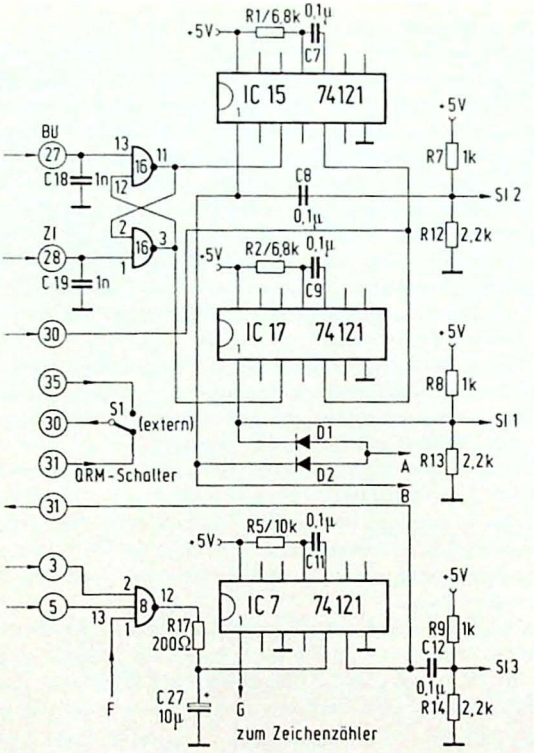
sind, wurde er für diese Entwicklung weiterhin als Diodenmatrix ausgebildet. Der Grund hierfür ist der große finanzielle Aufwand für das spezielle IC, da Baudot-Tastaturen kommerziell nur in kleinen Stückzahlen gefertigt werden, so daß eine Preissenkung des IC–Encoders kaum zu erwarten ist. Zudem dürften Lieferzeiten Schwierigkeiten mit sich bringen, die besonders dann auftreten, wenn Amateure Einzelstücke bestellen. Entscheidend für diesen Weg ist aber die Tatsache, daß für den jeweiligen integrierten Encoder ein spezielles Tastenfeld erforderlich ist, da die Tasten hierbei zur Steuerung Kreuzkontakte schließen müssen, die durch die Codierung der Adresseneingänge des Encoders vorbestimmt sind. Dies schließt wiederum die Verwendung von Tastenfeldern aus, die bereits aus der Datentechnik ausgemustert werden und für Beträge von unter DM 100 zu erhalten sind.
Für den Amateur ist der Arbeitsaufwand zur Bestückung der Matrix dagegen meist uninteressant, wenn er einerseits ein preisgünstiges Tastenfeld beliebiger Bauart einsetzen kann und andererseits nur Pfennigbeträge für die notwendigen Matrixdioden ausgeben muß.

Abb. 3.72 zeigt die Organisation der Diodenmatrix 023M. Auf der Platine ist der Platz für 60 mögliche Zeichen vorgesehen. Die Plätze 4 bis 56 sind für die üblichen Buchstaben, Ziffern und Zeichen vorgegeben, so daß ein „Verbestücken" ausgeschlossen wird. Die Plätze 1 bis 3 und 57 bis 60 lassen sich frei codieren, wodurch man hier weitere Sonderzeichen vorsehen kann.

Auf der Matrixplatine werden 7 horizontale Reihen mit Dioden programmiert. Die Reihen 1 bis 5 sind im Baudot-Code in negativer Logik bestückt, während mit 6 und 7 der nachfolgenden Elektronik angezeigt wird, ob Buchstaben oder Ziffern bzw. Zeichen eingetastet wurden.

Jede vertikale Leitung ist mit der korrespondierenden Taste verbunden, die als Arbeitskontakt mit dem anderen Anschluß nach Masse schaltet. Das Tastenfeld muß somit in 4 Reihen organisiert sein, wobei jede Taste nur einfach belegt wird.

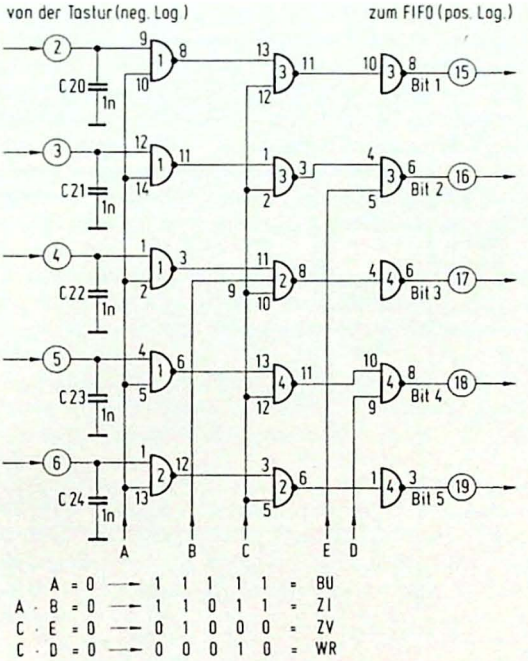
Das Tastatur-Interface (**Abb. 3.73, 3.74 und 3.75**)
Die parallel-codierten Fernschreibzeichen gelangen von der Matrix an das Tastatur-Interface 023T. Dies hat die Aufgabe, ein neu eingetastetes Zeichen zu erkennen, und mit dem zu erzeugenden Shift-in Signal (SI) in den nachfolgenden Speicher einzuschreiben.
Weiterhin müssen die BU– und ZI–Informationen zwischengeschoben werden, wenn auf dem Tastenfeld zwischen Buchstaben und Ziffern bzw. Zeichen gewechselt wird.
Zudem werden die getasteten und im Schriftbild erscheinenden Informationen gezählt, um einerseits nach 60 Zeichen das nahe Zeilenende anzu-



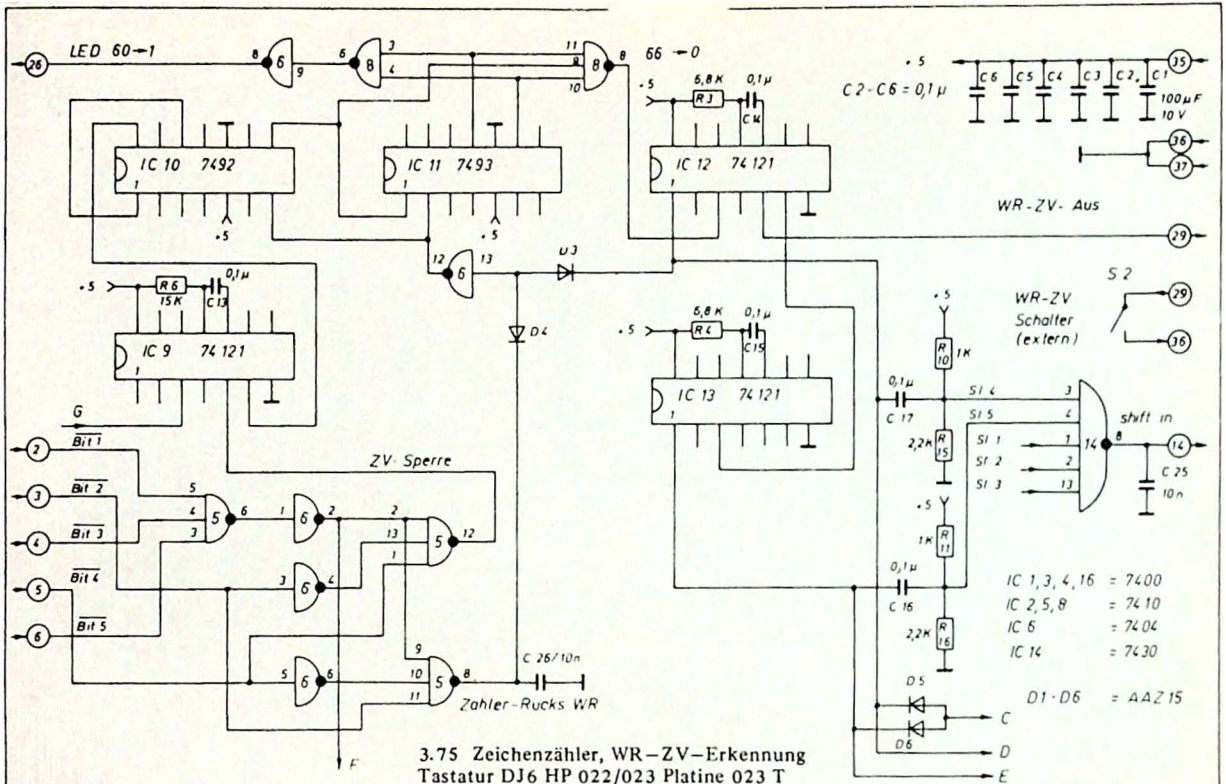
3.73 Zeichen–BU–ZI–Erkennung Tastatur DJ6 HP 022/023 Platine 023 T

zeigen und andererseits nach 66 Zeichen Wagenrücklauf und Zeilenvorschub automatisch einzublenden, falls die Rücksetzung vergessen wurde.

Wird ein Zeichen vom Tastenfeld über die Diodenmatrix eingeschrieben, löst IC7 nach einer Entprellzeit den Speichereinschreibimpuls SI3 aus. Die parallelen Informationen gelangen über die durchgeschaltete Zeichenmatrix aus IC1 bis IC4 in positiver Logik an den Speicher.
Ist beim Eintasten der neuen Information von Ziffern auf Buchstaben gewechselt worden, wird IC17 getriggert, wodurch einerseits, mit dem vertikalen Eingang A der Zeichenmatrix auf log. 0, der horizontale Ausgang auf BU gesetzt wird, andererseits aber ein zusätzlicher Einschreib-



3.74 Zeichen-Matrix Tastatur DJ6 HP 022/023
Platine 023 T



3.75 Zeichenzähler, WR–ZV–Erkennung
Tastatur DJ6 HP 022/023 Platine 023 T

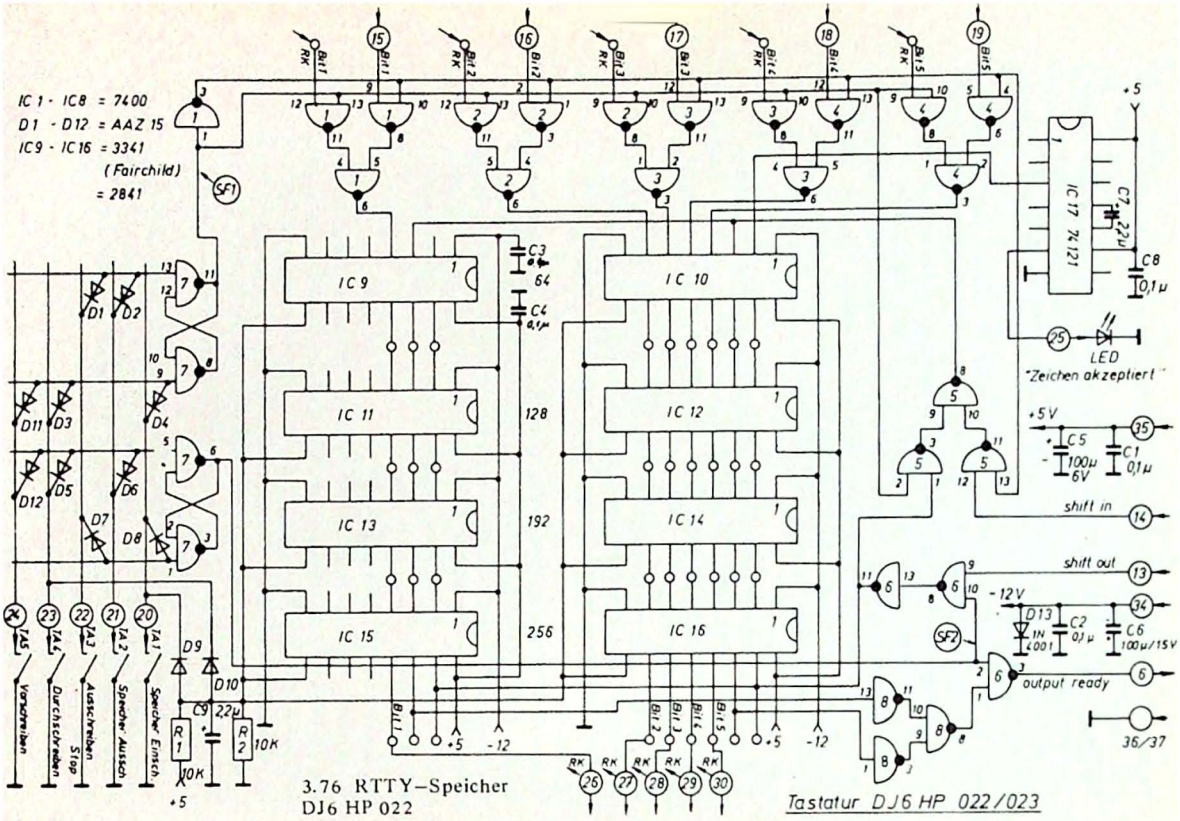
impuls SI1 ausgelöst wird, der diese Information vor dem getasteten Buchstaben in den Speicher einschreibt.
Entsprechendes gilt beim Wechsel von Buchstaben auf Ziffern und Zeichen. Hierbei wird IC15 getriggert, A und B kurzzeitig auf log. gelegt, so daß mit dem zusätzlichen SI2-Impuls die Information ZI in den Speicher gelangt.
Diese Zwischeninformationen werden natürlich jeweils vor dem Zeichen der neuen Ebene (BU oder ZI) eingeblendet, so daß der Einschreibpuls SI3 des eigentlich eingetasteten Zeichens etwas verzögert ausgelöst wird, wenn die Einblendung von BU oder ZI bereits abgeschlossen ist.

Durch Setzen des Schalters S1 kann man vor jedem Buchstaben BU und vor jedem Zeichen oder jeder Ziffer ZI einblenden. Dies hat besonders dann Vorteile, wenn die Übertragungsbedingungen schlecht sind, so daß der Empfänger vor jeder neuen Information die richtige Ebene angewiesen bekommt.

Zur Erkennung des Zeilenendes werden die eingetasteten Zeichen über IC9 mit IC10 und IC11 gezählt. Nach 60 Zeichen kann das nahe Ende mit einer LED oder dem Tongenerator auf der Diodenmatrix-Platine angezeigt werden.
Beim Zählerstand von 66 wird SI4 von IC12 ausgelöst. Gleichzeitig werden die vertikalen Zeichenmatrix-Eingänge C und D auf 0 gesetzt, so daß am Ausgang Wagenrücklauf programmiert ist und mit SI4 in den Speicher gelangt.
Mit der Rückflanke des Signals von IC12 wird IC16 getriggert, wodurch der Einschreibpuls SI5 erscheint. Mit ihm wird Zeilenvorschub, programmiert durch die Eingänge C und E, in den Speicher eingeschrieben.
Die Einblendung von WR und ZV kann mit S2 abgeschaltet werden.
Zudem wird der Zähler immer dann zurückgesetzt, wenn WR von Hand eingetastet wurde.

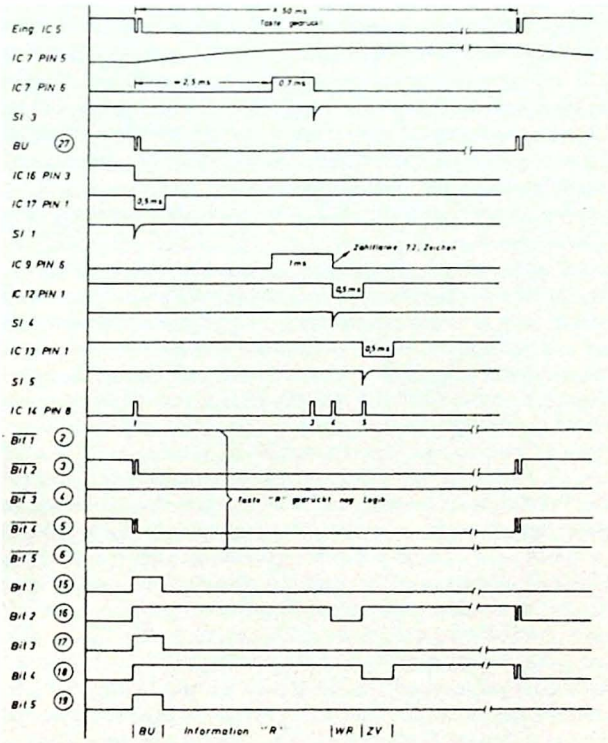
Der Speicher (**Abb. 3.76 und 3.77**)
Kernbausteine des Speichers sind sogenannte FIFO– (first-in first-out) Register, die mit unterschiedlichen Ein- und Ausgabetakten gesteuert werden können. Die verwendeten Bausteine haben eine Kapazität von 4 x 64 Bit, so daß jeweils zwei parallelgeschaltet werden müssen, um die 5 Bit-Information des Baudot-Codes übernehmen zu können. Die Speicherkapazität läßt sich je nach Bestückung von 64 auf 128, 192 auf 256 Zeichen erweitern.

Wird die erste Information in die FIFO–Register eingeschrieben, fällt sie sofort auf den letzten Speicherplatz am Ausgang durch. Wird sie nicht abgerufen, gelangt die nächste Information an die vorletzte Stelle usw. .



3.76 RTTY–Speicher
DJ6 HP 022
Speicher 022 S
Tastatur DJ6 HP 022/023

Tastatur DJ6 HP 022/023



3.77 Impulsplan Tastatur DJ6 HP 022/023 (Interface)

Die interne Durchtaktfrequenz, die im IC selber erzeugt und gesteuert wird, ist größer als 1 MHz, so daß die eingeschriebenen Daten praktisch sofort an ihrem vorgeschriebenen Platz erscheinen.
Werden die parallelen RTTY–Zeichen vom Interface her schneller eingeschrieben als am Ausgang abgerufen, dann „stapeln" sie sich am Speicherausgang und werden nacheinander mit der maximalen eingestellten Ausgangsschrittgeschwindigkeit abgerufen. Man kann somit vom Tastenfeld her mit einer wesentlich höheren Schrittgeschwindigkeit einschreiben als vom Speicher ausgeschrieben wird, wenn mit der Silo-Wirkung der Speicherkapazität im Schnitt nicht schneller als mit der maximalen Ausgangsschrittgeschwindigkeit eingeschrieben wird.
Hierdurch wird ein Überschreiben der Tastatur über weite Grenzen ausgeschlossen.

Mit Hilfe der zusätzlichen Steuerlogik aus 8 x 7400 kann der Speicher in fünf verschiedene Programme geschaltet werden. Zum „Vorschreiben" eines Textes tastet man zunächst „Speicher Einschreiben", wodurch der Ausgang blockiert wird, und der Text von Interface her im Speicher gestapelt wird. Soll der gespeicherte Text abgerufen werden, wählt man „Vorschreiben". Ein anschließender Text kann direkt vom Tastenfeld her nachgeschrieben werden.
Um eine „Schleife" zu programmieren, deren Text ständig wiederholt werden soll, muß zunächst wieder „Speicher-Einschreiben" gesetzt werden. Die Schleife wird dann durch „Speicher-Ausschreiben" abgerufen, wobei der Speicherausgang mit dem Eingang rückgekoppelt ist (RK). Soll die Schleife zwischendurch gestoppt werden, aber der Inhalt nicht verlorengehen, drückt man „Ausschreiben-Stop". Durch nochmaliges Tasten von „Speicher-Ausschreiben" läuft sie erneut an.

Sollen die Schleife oder ein vorgeschriebener Text gelöscht werden, um direkt mit einem neuen Text nachschreiben zu können, setzt man die Taste „Durchschreiben". Dadurch wird der gesamte Speicherinhalt gelöscht und das Tastenfeld auf den Ausgang durchgeschaltet, so daß das erste neu eingetastete Zeichen direkt am Ausgang erscheint.
Andererseits kann man aber auch die Schleife mit „Vorschreiben" aufbrechen und einen Absage-Text nachschreiben, wobei die Schleife dann noch einmal erscheint und anschließend der nachgeschriebene Text.

Die Speicherprogramme gestatten somit einen äußerst flüssigen Fernschreibbetrieb, der besonders bei Contesten wichtig ist. Zudem wird dem langsamen Schreiber die Möglichkeit gegeben, Texte vorzuschreiben, so daß er virtuell mit wesentlich höherer Anschlagzahl arbeitet.

Das Einschreiben des Speichers läßt sich mit einer LED überwachen, die von IC17 angesteuert wird. Da hiermit aber keine absolute Anzeige

der belegten Speicherplätze möglich ist, und so der Speicher beim Vorschreiben überschrieben werden kann, ist das Kapazitäts-Display 022D wesentlich vorteilhafter. In dieser Schaltung werden die Ein- und Austaktimpulse des Speichers mit einem Vor- Rückwärtszähler gezählt, so daß die absolute Anzahl der belegten Speicherplätze auf einer nachgeschalteten 3-stelligen 7-Segment Anzeige dargestellt werden kann (Abb. 3.710).

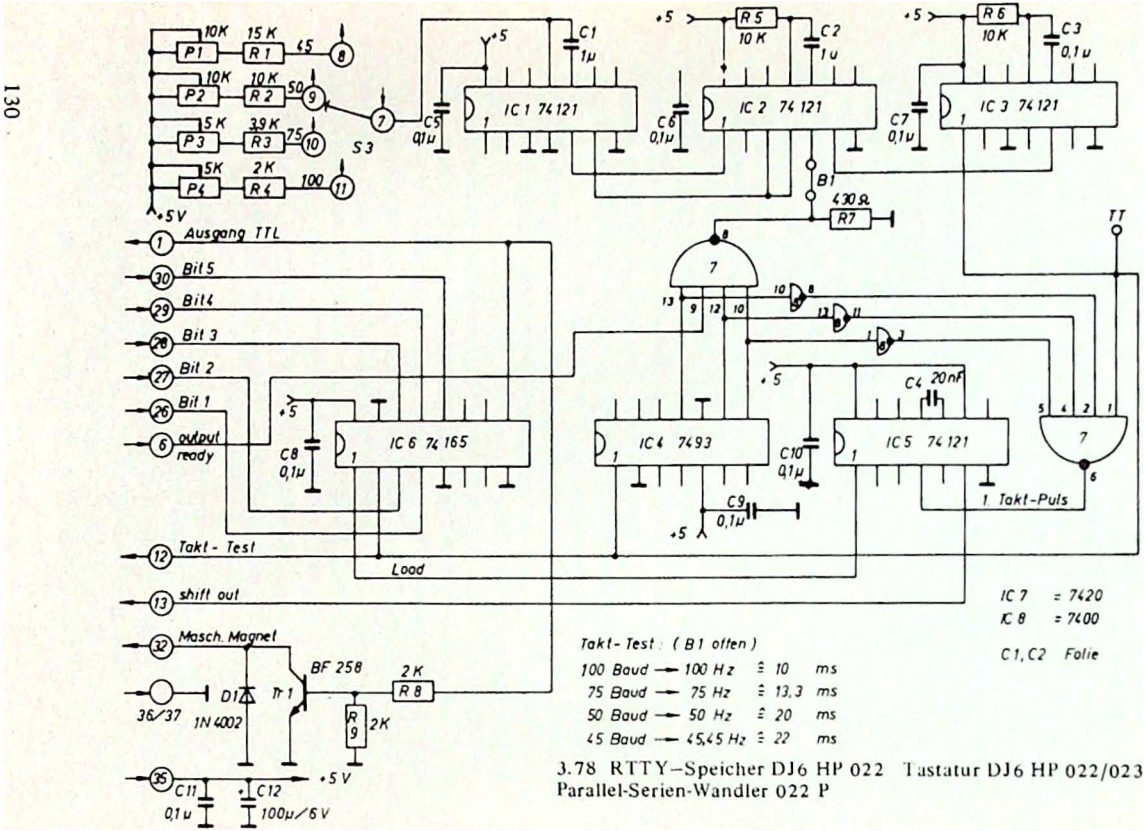
Der Parallel-Serien-Wandler (Abb. 3.78 und 3.79)
Sobald am Ausgang des Speichers eine 5-Bit Information erscheint, wird sie durch den Serien-Parallel-Wandler 022P abgerufen und von dort seriell ausgetaktet, um den nachfolgenden AFSK zu steuern.

Der Taktgenerator aus IC1 und IC2 bestimmt die Ausgangsschrittgeschwindigkeit und damit die Schrittgeschwindigkeit der Sendung. Er wird für die jeweilige Geschwindigkeit umgeschaltet und an TT (Takt-Test) mit einem Zähler oder einem Oszillografen geeicht.
Die Parallel-Serien-Wandlung übernimmt IC6. Die Speicherdaten werden parallel in das 8-Bit Schieberegister mit dem Load-Impuls übernommen. Der Start-Schritt und der hier verwendete doppelte Stop-Schritt sind am IC6 fest programmiert. Mit dem Output-Ready Signal des Speichers, der einen Zeichenvorrat anzeigt, wird der Taktgenerator für 8 Austaktimpulse gestartet. Hiermit werden zunächst der Start-Schritt, anschließend die vom Speicher übernommenen 5 Zeichenschritte und schließlich zwei Stop-Schritte seriell ausgetaktet.
Der doppelte Stop-Schritt vereinfacht die Elektronik erheblich, so daß der Verlust von 7 % der maximalen Übertragungsgeschwindigkeit in Kauf genommen werden kann.

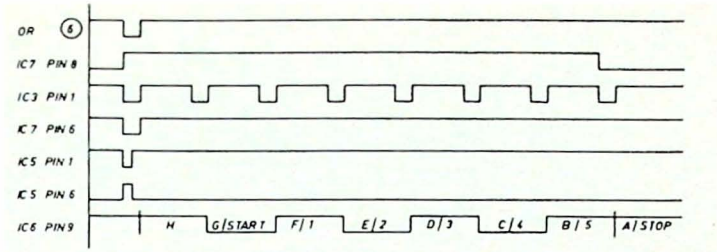
Sobald der Speicher leer ist, bleibt der Taktgenerator blockiert, während er mit einem folgenden OR–Puls erneut gestartet wird, da hierdurch ein weiterer Daten-Vorrat im Speicher angezeigt wird.

Mit dem TTL–Ausgang läßt sich der AFSK der RTTY Anlage steuern. Der Schalttransistor T1 bietet die Möglichkeit, den Linienstrom einer mechanischen Maschine zu schalten, soweit ein Papierdokument der Sendung gewünscht wird.

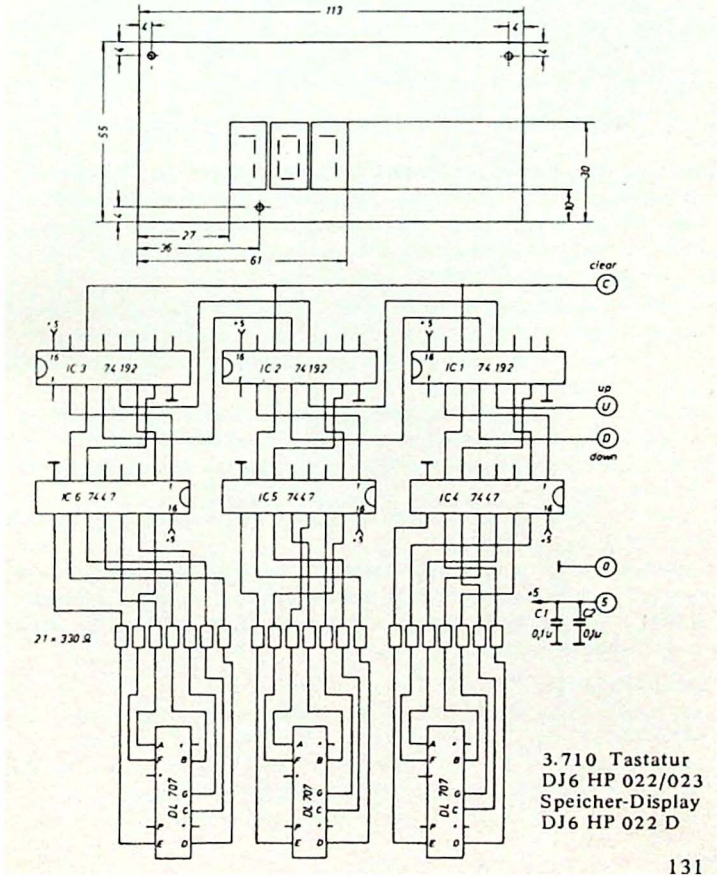
Konstruktion und Aufbau
Die Speicher-Tastatur besteht aus 6 Platinen (023M, 023T, 022S, 022P, 022V, 023K).
Die Matrixplatine wird am besten direkt unter dem zur Verfügung stehenden Tastenfeld montiert, wobei die Tasten mit den entsprechenden vertikalen Leitungen der Matrix verbunden werden.
Über ein abgeschirmtes Vielfachkabel ist die Matrix mit der folgenden Elektronik verbunden, so daß das Tastenfeld selber in einem kleinen handlichen Gehäuse untergebracht werden kann. Die 5 Speicherfunktions-



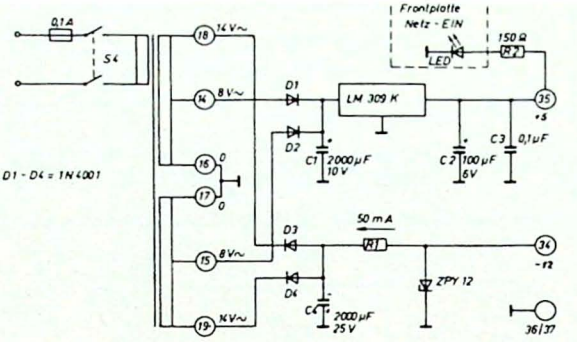
3.78 RTTY–Speicher DJ6 HP 022 Tastatur DJ6 HP 022/023
Parallel-Serien-Wandler 022 P



3.79 Impulsplan Tastatur DJ6 HP 022/023 Parallel-Serien-Wandler 022 P



3.710 Tastatur DJ6 HP 022/023 Speicher-Display DJ6 HP 022 D



3.711 Tastatur DJ6 HP 022/023 Stromversorgung Platine 022 V

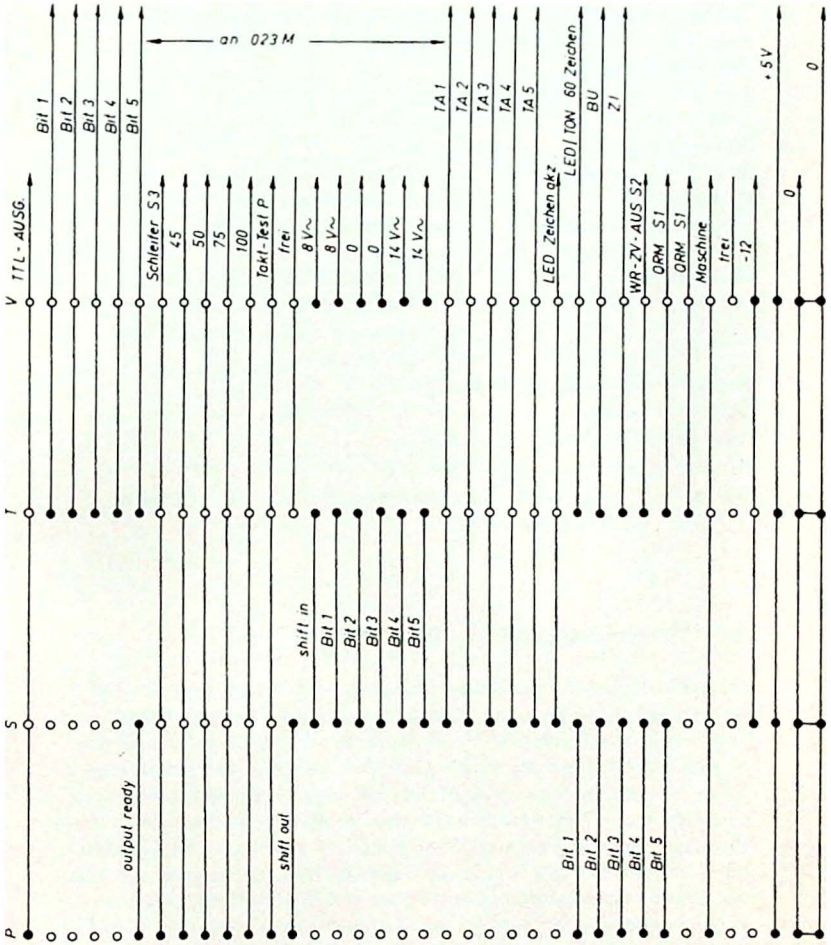
leitungen sind über die Diodenmatrix-Platine durchgeschleift, wodurch die Programme mit 5 Tasten vom Tastenfeld gesetzt werden können. Der Tongenerator für das nahe Zeilenende ist ebenfalls auf der Matrix-Platine, so daß der Lautsprecher oder die dynamische Hörkapsel im Tastaturgehäuse untergebracht werden kann.

Die der Matrix folgende Elektronik wird in einem getrennten Gehäuse vorgesehen. Zur Verschaltung der Platinen untereinander dient ein gedruckter Kabelbaum (023K), wodurch Verdrahtungsfehler ausgeschlossen werden (**Abb. 3.712**).
Die Speicher-Kapazitätsanzeige kann sowohl im Elektronik-Gehäuse als auch im Tastenfeld eingebaut werden. Beim Durchschleifen der entsprechenden Leitungen auf das Tastenfeld müssen sie gegen Hf-Einstreuung verblockt werden.

Als Tastenfeld eignet sich jede 4-reihige Tastatur, deren Tastenkontakte einzeln herausgeführt sind.
Grundsätzlich läßt sich auch ein Tastenfeld mit Kreuzkontaktierung verwenden. Die Bahnen müssen dann aufgetrennt werden, wobei wiederum eine Kontaktseite mit Masse verbunden werden muß, während die andere jeweils zur Matrix führt.

Technische Daten

Stromversorgung:	+ 5 V	700 mA
(Abb. 3.711)	- 12 V	max. 50 mA
Ausgangssignal:	Baudot seriell (CCITT Nr. 2) im TTL–Pegel oder Schaltstufe für Linienstrom (durchgeschaltet = Ruhezustand)	



3.712 Tastatur DJ6 HP 022/023 Gedruckter Kabelbaum
Platine 022/023 K

Ausgangsgeschwindigkeit:	45,45 - 50 - 75 - 100 Baud
Stop-Schritt:	2-fach
Speicherkapazität:	wahlweise 64, 128, 192 und 256 Zeichen
Totzeit für 255 Speicherplätze bei Rotation:	kleiner als eine Schrittlänge
Max. zulässige Prellzeit der Tasten:	3 ms
Minimale Tastzeit:	15 ms
Max. Eintastgeschw.:	67 Zeichen s^{-1} = 500 Baud
Eintastfolge:	asynchron bis 500 Baud
Tastenkontaktierung:	Arbeitskontakt nach Masse
Speicherprogramme:	siehe Text
IC–Bestückung:	14 x 7400, 1 x 7404, 3 x 7410 1 x 7492, 2 x 7493, 11 x 74121 1 x 74165, 2 bis 8 x 3341 (2841) 1 x LM 309 K

Kapazitätsanzeige 022D als Zusatz:

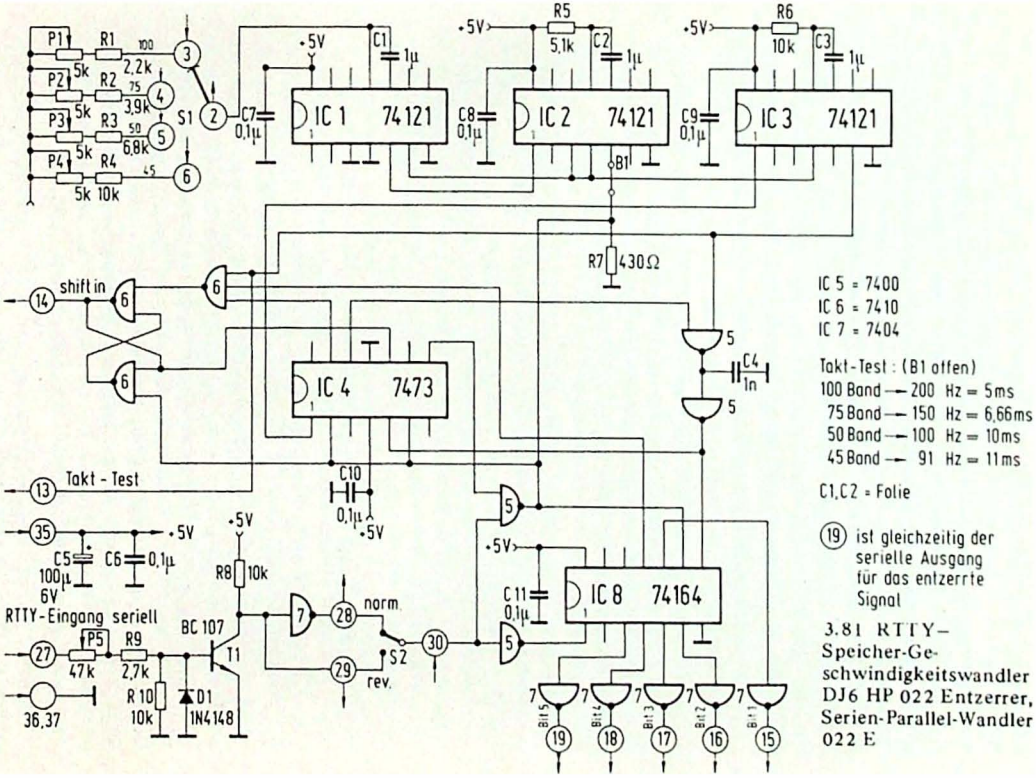
Stromversorgung:	+ 5 V 500 mA
Max. Zählerstand:	999
IC–Bestückung:	3 x 7447, 3 x 74192, 3 x DL 707

Handbuch: Elektronische Fernschreibanlage DJ6 HP 014-022/23, Selbstverlag DJ6 HP

3.8 Geschwindigkeitswandler

Im Amateur-Funkfernschreiben wird primär mit 45,45 Baud geschrieben, teilweise aber auch mit 50 und 75 Baud. Die kommerziellen Dienste arbeiten durchweg mit 50 oder 75 Baud. Beim Umschalten der mechanischen Maschine auf die unterschiedlichen Schrittgeschwindigkeiten ist entweder ein Zahnradwechsel notwendig, oder der Fliehkraftregler muß verstellt werden (bei Variation zwischen 45 und 50 Baud möglich). Weiterhin kann man mit älteren Maschinen, die sehr verbreitet sind, nur maximal 50 Baud schreiben, so daß die Sendung oder der Empfang von höheren Schrittgeschwindigkeiten mit diesen Geräten nicht möglich ist. Hinzu kommt das Problem der Maschinen mit Synchronmotoren, bei denen natürlich eine Änderung der Geschwindigkeit durch den Fliehkraftregler nicht in Frage kommt.

Mit dem Geschwindigkeitswandler DJ 6 HP 022 werden diese Umschaltprobleme vollelektronisch gelöst.



3.81 RTTY–Speicher-Geschwindigkeitswandler DJ6 HP 022 Entzerrer, Serien-Parallel-Wandler 022 E

Die seriellen Fernschreibzeichen der Maschine, die ausgesendet werden sollen, oder die empfangenen Zeichen des Konverters gelangen in den Entzerrer und Serien-Parallel-Wandler 022E nach **Abb. 3.81.**
Hier werden die Zeichen mit dem Start-Schritt erkannt und lösen einen Taktgenerator aus, der auf die einlaufende Schrittgeschwindigkeit eingestellt wird.

Mit der Taktfolge werden die Zeichen seriell in das 8-Bit Schieberegister IC8 eingeschoben. Sobald ein Zeichen vollständig übernommen worden ist, läßt sich die 5-Bit Information parallel aus dem Register abrufen und in den nachfolgenden Speicher mit dem Shift-in Signal einschreiben.

Die Speicherschaltung und die anschließende Parallel-Serien-Wandlung ist identisch mit der der Tastatur 022/023.

Es ist also lediglich notwendig, das Tastatur-Interface 023T gegen den Entzerrer und Serien-Parallel-Wandler 022E auszutauschen, wobei die Platinenanschlüsse kompatibel sind. Die bei der Tastatur beschriebenen Speicherprogramme bleiben erhalten, der Ausgang funktioniert in gleicher Weise.

Im Betrieb kann der Speicher-Wandler von jeder mechanischen oder einfachen elektronischen Tastatur angesteuert werden, wenn kein Pufferspeicher vorgesehen ist (z.B. DC 9 UP 003 oder RKB 1 von HAL).
Zur Geschwindigkeitswandlung wird der Eingangstaktgenerator auf die empfangene Geschwindigkeit eingestellt, während der Ausgangstaktgenerator auf 022P auf die der nachgeschalteten mechanischen Maschine gestellt wird.

Verwendet man den Wandler sendeseitig, dann wählt man für den Eingang die höchstmögliche Geschwindigkeit der vorgeschalteten Tastatur oder Maschine und stellt den Ausgang auf die gewünschte Ausgangsschrittgeschwindigkeit, mit der das Signal abgestrahlt werden soll.

Ist die Eingangsgeschwindigkeit bei der Wandlung höher als die des Ausgangs, werden die FIFO–Speicher langsam aufgefüllt, soweit am Eingang mit maximaler Folgegeschwindigkeit der Zeichen geschrieben wird. Abhängig von der Speicherkapazität wird der Speicher dann nach einer bestimmten Zahl von Zeichen überfüllt (siehe technische Daten). Da aber im Amateurfunk kaum ständig mit maximaler Folgegeschwindigkeit gearbeitet wird, können die Zeichen vom Speicher aufgefangen werden und gehen durch die Silowirkung der Schaltung nicht verloren.

Arbeitet man mit einer vollelektronischen RTTY–Anlage, ist der Wandlerzusatz nicht notwendig, wenn man eine überschreibsichere Tastatur verwendet. Für die Papierdokumentation, die nur mit einer mechanischen Maschine realisierbar ist (abgesehen von sehr teuren

Neuentwicklungen) bietet die Schaltung allerdings erhebliche Betriebsvorteile.

Der Vollständigkeit halber muß an dieser Stelle erwähnt werden, daß die Entzerrung und Serien-Parallel-Wandlung auch mit einem sogenannten UART (universal asynchronous receiver transmitter = universeller asynchroner Empfänger Sender) realisiert werden kann. Hierbei ist die prinzipielle Funktion der ICs 4 bis 7 in einer integrierten Schaltung zusammengefaßt worden, wobei der Taktgenerator extern aufgebaut werden muß.

Der UART verringert zwar die Zahl der Bauelemente, doch ist er als spezieller Baustein wesentlich teurer als die im 022E verwendeten Standard ICs.

Zudem muß man bei der Entwicklung von Amateur-Schaltungen bedenken, daß spezielle ICs grundsätzlich schwieriger im Handel zu erhalten sind, da das Geschäft für die Zwischenhändler erst dann interessant wird, wenn sie Stückzahlen von mehreren Hundert an den Einzelhandel weitergeben können. Weiterhin birgt die Verwendung von Spezial-ICs die Gefahr, daß sie binnen kurzer Zeit durch weiterentwickelte Typen ausgewechselt werden und die Produktion der Vorläufertypen eingestellt wird.

Bei Amateurentwicklungen, die meist nur in kleinen Serien aufgelegt werden und primär natürlich dem Amateur die Möglichkeit geben sollen, die Schaltung selber aufbauen zu können, muß man einen Kompromiß zwischen Preis, Liefermöglichkeit und Integrationsdichte der verwendeten Bausteine schließen, denn was nützt dem Bastler die technisch zwar eleganteste Lösung, wenn er beim Nachbau an der Beschaffung der notwendigen Bauelemente scheitert.

Es gelten hier somit völlig andere Aspekte als in der kommerziellen Technik, wo man einerseits mit wesentlich höheren Stückzahlen arbeitet, wodurch man sogar „private" ICs (customer-IC) herstellen lassen kann. Andererseits muß der Verarbeitungsprozeß durch höchstmögliche Integration der Schaltung minimiert werden, um so die Lohnkosten möglichst gering zu halten.

Die technischen Daten des Geschwindigkeitswandlers:

Stromversorgung:	+ 5 V	600 mA
	- 12 V	max. 50 mA
Eingangssignal:	Baudot seriell (CCITT Nr. 2)	
	log. 1	+ 2 V bis + 15 V
	log. 0	0 V bis - 15 V

Ausgangssignal:	Baudot seriell (CCITT Nr. 2) im TTL–Pegel oder Schaltstufe für Linienstrom (durchgeschaltet = Ruhezustand)
Eingangsgeschwindigkeiten:	45,45 - 50 - 75 - 100 Baud
Ausgangsgeschwindigkeiten:	45,45 - 50 - 75 - 100 Baud
min. Stop-Schritt Eingang:	1 1/2-fach
Stop-Schritt Ausgang:	2-fach
Speicherkapazität:	64, 128, 192, 256 je nach Bestückung des Speichers
Totzeit für 255 Speicherplätze bei Rotation:	kleiner als eine Schrittlänge
IC–Bestückung:	10 x 7400, 1 x 7404, 1 x 7410 1 x 7420, 1 x 7473, 1 x 7493 8 x 74121, 1 x 74164, 1 x 74165 2 bis 8 x 3341 oder 2841 1 x LM 309 K

Eingangsseitige Anschlagzahl bei maximaler Einschreibgeschwindigkeit mit 1 1/2-fachem Stop-Schritt – Ausschreibgeschwindigkeit mit jeweils 2-fachem Stop-Schritt (bis zum ersten Zeichenverlust bei Überschreitung der Speicherkapazität):

	FIFO–Speicherplätze			
Wandlung von	64	128	192	256
100 auf 45 Baud	111	222	333	444
75 auf 45 "	148	296	444	592
50 auf 45 "	435	870	1305	1740
45 auf 45 "	1020	2040	3060	4080
100 auf 50 "	120	240	360	480
75 auf 50 "	170	340	510	680
50 auf 50 "	1040	2080	3120	4160
100 auf 75 "	216	432	648	864
75 auf 75 "	1032	2064	3096	4128
100 auf 100 "	1028	2056	3084	4112

Die verlustfreie Anschlagzahl für andere Geschwindigkeiten läßt sich errechnen aus:

$$A = \frac{K}{(f_E - f_A) \cdot T_{ZE}}$$

A = verlustfreie Anschlagzahl bei Eingabemaximalgeschwindigkeit
K = FIFO–Speicherplatzzahl
f_E = Eingangs-Zeichen-Folgefrequenz (z.B. 13,33 Hz für 100 Baud)
f_A = Ausgabe-Zeichen-Folgefrequenz (z.B. 12,5 Hz für 100 Baud)
T_{ZE} = Eingangs-Zeichen-Periodendauer in Sekunden
(z.B. 0,075 s für 100 Baud)

Speicherkapazitätsanzeige als Zusatz (siehe Tastatur 022/023)

4 Betriebstechnik

4.1 Betrieb mit mechanischen Fernschreibern

Die Motivation zum Fernschreiben erhalten die meisten Amateure dadurch, daß sie auf irgend einem Wege in den Besitz einer Fernschreibmaschine kommen.
Das erste Ziel ist dann natürlich, dieses Wunderwerk ausgeklügelter Mechanik zum Leben zu erwecken, um den Amateur-Funkfernschreibverkehr mitschreiben zu können.

Um in die neue Betriebsart RTTY einsteigen zu können, sollte man sich allerdings zunächst mit den wichtigsten theoretischen Grundlagen vertraut machen, die eingangs beschrieben worden sind. Mit diesem Fundament an Wissen kann man sich dann der Praxis zuwenden.

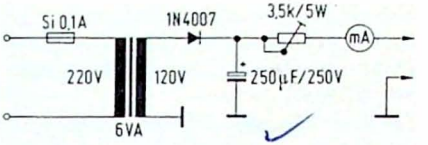
Naturgemäß wird man in den meisten Fällen kaum technische Unterlagen für ausgemusterte Maschinen bekommen, so daß die ersten Schritte in der praktischen Anwendung äußerst problematisch sind, wenn nicht gerade ein Amateur aus der Nachbarschaft die notwendige Hilfestellung leisten kann.

Bei den Maschinen, die üblicherweise den deutschen Amateuren zugänglich sind, handelt es sich zumeist um die Typen T 37 von Siemens oder LO 15 von Lorenz. Während diese beiden Maschinen Blattschreiber sind, ist die T 68 von Siemens ein Streifenschreiber, der im Telegrammdienst eingesetzt wird. Im Gegensatz zu Blattschreibern zeichnen sich Streifenschreiber durch ihre geringe Größe aus, zudem laufen sie erheblich leiser. Allerdings muß man auf das Blattschriftbild verzichten.
Die erwähnten Maschinen werden je nach Zustand zwischen 150 und 350 DM gehandelt. Mit etwas Glück oder den notwendigen Beziehungen kann man die moderneren Typen T 100 (Siemens) oder LO 133 (Lorenz) erwerben. Sie schreiben bis zu 100 Baud, allerdings muß man hierfür bis zu 1000 DM bezahlen.

Mit dem hier angegebenen Programm soll ein „count down" bis zum ersten QSO aufgezeigt werden:

1. Test der Maschine
Zunächst muß die Funktion der Maschine überprüft werden. Sollte ein getrenntes Fernschaltgerät (Kasten mit Wählscheibe) vorhanden sein, so

4.11 Schaltung der Linienstromversorgung



kann es von der Maschine entfernt werden, da es für den Amateurfunkbetrieb nicht benötigt wird.

Die Maschine besitzt zwei Anschlußschnüre. Einmal ist dies der Netzanschluß für die Stromversorgung des Motors, andererseits ein vieradriges Kabel mit den Zuführungen der Sendekontakte und des Empfangsmagneten. Der eventuell angelötete Normstecker wird entfernt.

Um zunächst den Motor zu prüfen, wird der Netzstecker „mutig" in die 220 V-Dose gesteckt. Die Maschine läuft dann leer durch, wobei man den ersten Eindruck vom typischen Fernschreiber-Geräuschpegel bekommt.

Um mit dem Tastenfeld auf dem eingespannten Papier schreiben zu können, muß der Maschine der sogenannte Linienstrom oder Schreibstrom zugeführt werden. Die Linienstromversorgung baut man nach **Abb. 4.11** auf. Hier sei bemerkt, daß die LO 15 unbedingt mit einer Spannung von 120 V betrieben werden muß, während für die Siemens-Maschinen etwa 80 V ausreichen. Der notwendige Strom von 40 mA wird mit einem entsprechenden Vorwiderstand von 2 bis 3 kΩ bei 5 W eingestellt.

Die Anschlüsse der Sendekontakte und die des Empfangsmagneten werden in Reihe geschaltet. Hierbei sucht man sich die des Empfangsmagneten heraus, dessen Gleichstromwiderstand von 200 Ω leicht nachzumessen ist. Über diese Serienschaltung wird der Linienstrom geleitet.

Wird der Motor der Maschine über die Netzstromversorgung eingeschaltet, bleibt die Maschine durch den fließenden Linienstrom in Ruhestellung. Dabei läuft zwar der Motor, aber die Mechanik bleibt blockiert und schaltet nicht fortwährend durch.

Auf dem Tastenfeld wird zunächst BU eingeschrieben, und anschließend kann man die Buchstaben des Alphabets durchtesten, die auf dem Papier abgebildet werden müssen.
Nach dem Eintasten von ZI wird die Ebene mechanisch gewechselt, so daß die eingeschriebenen Ziffern und Zeichen abgebildet werden. Bei einer 4-reihigen Tastatur bleiben die Tasten der jeweils anderen Ebene blockiert.

Schließlich werden die Funktionstasten Wagenrücklauf, Zeilenvorschub und Dauerdruck (Wiederholung) geprüft. Beim Dauerdruck erscheint das vorher eingetastete Zeichen in ständiger Wiederholung mit der am Fliehkraftregler eingestellten Schrittgeschwindigkeit in maximaler Zeichenfolge.
Die Taste „Dauerdruck" ist bei älteren Typen der LO 15 nicht vorgesehen.
Beim Streifenschreiber T 68 ist eine zusätzliche Erkennung des Zeilenendes eingebaut. Einige Anschläge vor dem Zeilenende (bezogen auf einen auf der Gegenseite verwendeten Blattschreiber) leuchtet eine rote Lampe als Warnung auf, während die Tastatur nach 68 Zeichen blockiert. Sie läßt sich erst nach dem Eintasten von Wagenrücklauf freischalten. Diese Zeilenendeerkennung läßt sich durch Umlegen eines Hebels an der Zählmechanik abschalten.

2. Einstellung der Schrittgeschwindigkeit

Zur Einstellung der Schrittgeschwindigkeit auf die Amateur-Norm von 45,45 Baud wird zunächst der Empfangssteller (Teilkreis bis 120) auf Mittenstellung gebracht. Anschließend wird der Gehäusedeckel (soweit überhaupt vorhanden) abgenommen oder aufgeklappt, so daß die Maschinenmechanik freiliegt. An der einen Seite der Motorachse erkennt man die Stroboskopscheibe mit dem eingebauten Fliehkraftregler. Eventuell muß der Deckel der Motorkapselung abgeschraubt werden, um den Fliehkraftregler zugänglich zu machen.
Die Maschinen sind fast alle für 50 Baud vorgesehen, da es zumeist ausgemusterte Geräte aus dem Telex-Netz sind. Man kann dies sehr einfach kontrollieren, indem man die Maschine 10 s im Dauerdruck laufen läßt. Die ausgedruckte Zeichenzahl beträgt dann etwa 67 Zeichen. Dies gilt natürlich nur für den 1,5-fachen Stop-Schritt, der allerdings fast durchweg üblich ist.

Auf der Stroboskopscheibe findet man ein Loch, in dem eine Schlitzschraube zugänglich ist. Hiermit läßt sich die Federspannung des Fliehkraftreglers und damit die Motordrehzahl verändern. Bei Linksdrehung wird die Federspannung schwächer, so daß der Motor langsamer läuft. Zur Einstellung der Geschwindigkeit zählt man wiederum die Anschlagzahl während 10 s. Bei 45,45 Baud muß sie 61 betragen. Durch wiederholtes Auszählen erreicht man einen guten Mittelwert bei der Einstellung des Fliehkraftreglers.

War die Maschine auf 50 Baud eingestellt, dann reichen als grober Hinweis 4 bis 5 Umdrehungen der Fliehkraftregler-Schraube, um näherungsweise auf 45 Baud zu gelangen.

Ist die Maschine im Originalzustand für 75 oder gar 100 Baud vorgesehen (nicht bei älteren Maschinen), bleibt nur der Zahnradwechsel am Motor übrig, um auf die Schrittgeschwindigkeit von 45 Baud zu kommen. Dies gilt auch für Maschinen mit Synchronmotoren, deren Geschwindigkeit von der Netzfrequenz abhängig ist.

Im kommerziellen Dienst werden die Maschinen in ihrer Geschwindigkeit mit einer Stimmgabel geeicht. An den Enden der Gabel sind zwei sich überlappende Fahnen mit Sehschlitzen angebracht, durch die man nach dem Anzupfen auf die beleuchtete Stroboskopscheibe schaut. Durch den Stroboskopeffekt bleiben die Markierungsstriche der rotierenden Scheibe bei richtiger Einstellung der Maschinengeschwindigkeit virtuell stehen.
Dies gilt natürlich nur für die Originalgeschwindigkeit der Maschine und die entsprechende Zahnradkombination an der Motorwelle. Behält man die Zahnradkombination einer 50 Baud-Maschine bei und will auf diese Weise die Geschwindigkeit auf 45,45 Baud umstellen, dann ist eine Stimmgabel mit 113,625 Hz notwendig. Die Einstellung läßt sich damit natürlich sehr genau vornehmen, aber man wird sich nur in den seltensten Fällen eine solche Stimmgabel ausleihen können.

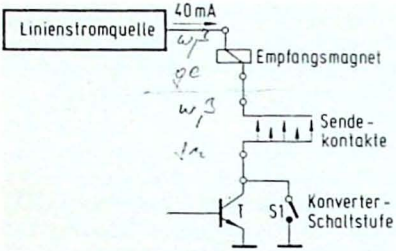
Man kann die Schwierigkeiten dadurch umgehen, daß man bereits beim Kauf der Maschine darauf achtet, daß die Schrittgeschwindigkeit im Originalzustand 50 Baud beträgt, und sie nicht mit einem Synchronmotor ausgerüstet ist.
In diesem Falle ist das Auszählen der Zeichen die einfachste und billigste Methode, zumal der Zahnradsatz über 100 DM kostet und zudem noch schwierig zu erhalten ist.

3. Anschluß der Maschine an den Empfangskonverter

Nachdem die Maschinenfunktion überprüft worden ist, und die Schrittgeschwindigkeit auf 45,45 Baud eingestellt wurde, kann man den Fernschreibkonverter anschließen.

Alle Konverterschaltungen haben ausgangsseitig die Linienstromschaltstufe in Form eines Transistors mit hoher Sperrspannung.
Nach **Abb. 4.12** wird die Schaltstufe in die Reihenschaltung der Sendekontakte und des Empfangsmagneten masseseitig eingeschleift, so daß der Linienstrom im Rhythmus der Fernschreibgleichstromzeichen fließt und so den Anker des Empfangsmagneten in gleicher Weise anziehen läßt.

Parallel zur Konverterausgangsstufe legt man einen Schalter, wodurch die Möglichkeit besteht, die Maschine in Ruhestellung zu setzen, wenn kein brauchbares Signal am Konvertereingang vorhanden ist.



4.12 Linienstrompfad beim internen Mitschreiben

4. Empfang von Fernschreibsignalen

Erfahrungsgemäß bereitet der Empfang der Fernschreibzeichen dem Anfänger die größten Schwierigkeiten.

Ist die Maschine auf 45 Baud eingestellt, kann man natürlich nur Amateurfunksendungen dieser Schrittgeschwindigkeit mitschreiben. Saubere Signale findet man auf dem 80 m-Band zwischen 3,59 und 3,60 MHz oder auf dem 20 m-Band zwischen 14,09 und 14,10 MHz. Während der Amateurfernschreibverkehr auf dem 80 m-Band am Wochenende besonders ausgeprägt ist, kann man auf 20 m davon ausgehen, täglich Stationen am späten Nachmittag anzutreffen. Hier sind vor allem die Italiener sehr aktiv vertreten.

Liegt man im Einzugsbereich eines Fernschreib-Relais (UKW), steht ein besonders gutes Testsignal zur Verfügung, womit die ersten Empfangsversuche sehr vereinfacht werden.

Am günstigsten ist natürlich ein Tonband oder eine Cassette, die mit einem Fernschreibtext bespielt sind, wodurch man nicht auf den Zufall des Fernschreibbetriebs angewiesen ist.

Grundsätzlich sollte man bei den ersten Empfangsversuchen auf dem Kurzwellenband von folgenden Voraussetzungen ausgehen: Der SSB-Empfänger wird auf das untere Seitenband eingestellt. Hierdurch ist Mark (Ruhestellung der Maschine) der tiefere Nf-Ton.

Es wird praktisch durchweg mit 170 Hz Shift gearbeitet, so daß man den Filterkonverter, den man für den Kurzwellenbetrieb unbedingt verwenden sollte, auf diesen Frequenzabstand einstellt. Anschließend wird der Stationsempfänger so abgestimmt, daß die beiden Ellipsen der oszillografischen Anzeige mit maximaler Amplitude senkrecht aufeinander stehen, wenn die Töne des empfangenen Fernschreibsignals wechseln.

Liegt das Nutzsignal deutlich über dem Störpegel, muß die Maschine im Rhythmus der einlaufenden Nf-Signale schreiben. Amateurfunksendungen werden grundsätzlich im Klartext geschrieben, so daß man auf dem Papier einen sinnvollen Zusammenhang erkennen sollte.

Schreibt die Maschine völligen Unsinn, obwohl die Abstimmanzeige richtig eingestellt ist, wird der „normal-reverse"-Schalter probeweise in die andere Stellung gebracht, da u.U. die Kennzustände vertauscht sein können. Es ist aber möglich, daß man auf eine kommerzielle Station „hereingefallen" ist, so daß man den Test sicherheitshalber mit einem frequenzbenachbarten Signal wiederholen sollte.

Amateurfunksendungen erkennt man am einfachsten daran, daß in den meisten Fällen nicht ständig mit maximaler Zeichenfolge geschrieben wird. In den Tastpausen hört man dabei den konstanten Mark-Ton.

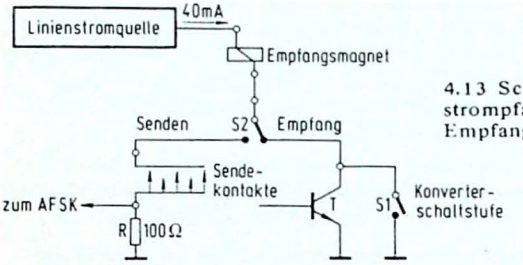
Schreibt die Maschine nach den ersten vergeblichen Versuchen (die übrigens jeder Neuling durchstehen muß, so daß sie nicht gleich zur Frustration führen sollten) einen Klartext, der aber mehr Fehlschriften enthält, als man von den Empfangsbedingungen erwarten sollte, kann die ungenau eingestellte Geschwindigkeit der Maschine der Grund sein. Dies läßt sich durch typische Fehlschriften analysieren.

Erscheint im Text oft „h" statt „Leertaste", „l" statt „Zeilenvorschub", „z" statt „e" oder auch „gygy" statt „ryry" (üblicher Prüftext), dann ist die Maschine zu langsam. Wird dagegen „a" statt „e", „v" statt „BU" oder „lyly" statt „ryry" geschrieben, läuft die Maschine zu schnell. Bei exakt eingestellter Maschinengeschwindigkeit sollte man den einlaufenden Text im Bereich zwischen 20 und 100 des Empfangsstellers fehlerfrei mitschreiben können. Allerdings muß man bei den Veteranen der Fernschreibmaschinen natürlich einige Abstriche machen, da hier der Empfangsspielraum durch den mechanischen Verschleiß meist geringer geworden ist.

Macht man die ersten Empfangsversuche im UKW–Bereich, und verwendet man zudem einen breitbandigen Konverter, dann gestalten sich die ersten Schritte in der neuen Betriebsart etwas einfacher. Hier ist der höhere Nf-Ton das Mark-Signal, soweit in F 2 gearbeitet wird. Empfängt man F 1 mit einem SSB–Empfänger, gelten die gleichen Verhältnisse wie auf KW.

Grundsätzlich kann man mit einer auf 45 Baud eingestellten Maschine auch 50 Baud-Sendungen mitschreiben, indem man den Empfangssteller aus der Mitte verdreht. Allerdings ist der Empfangsspielraum dann erheblich eingeschränkt, so daß diese Methode nur eine Ausnahmelösung darstellt. Umgekehrt ist es nicht möglich, 45 Baud-Sendungen mit einer 50 Baud-Maschine zu schreiben, da die zeitliche Folge der Zeichen langsamer ist, als die Maschine abtastet.

Sendeseitig läßt sich die Maschine grundsätzlich nur für die Schrittgeschwindigkeit verwenden, auf die der Motor eingestellt ist. Der Empfangs-



4.13 Schaltung des Linienstrompfades für den Sende-Empfangs-Betrieb

steller hat hier keinen Einfluß, da er lediglich die Abtastzeitpunkte beim Empfang bestimmt und so von der Sendemechanik getrennt arbeitet.

5. Senden von Fernschreibsignalen

Hat man die notwendigen Erfahrungen beim Empfang von Fernschreibsendungen gesammelt, ist der sendeseitige Betrieb völlig problemlos.
Nach **Abb. 4.13** wird der Linienstromkreis so aufgetrennt, daß zwischen Senden und Empfang umgeschaltet werden kann.
Während S2 beim Empfang so gesetzt wird, daß die Schaltstufe des Konverters mit dem Empfangsmagneten in Serie liegt, fließt der Linienstrom beim Senden über die Sendekontakte der Maschine. Am masseseitigen Widerstand R wird dabei der notwendige Spannungsabfall zur Steuerung des AFSKs gewonnen. Sind die Sendekontakte geschlossen, erhält man bei 40 mA etwa 4 V (log. 1), während bei offenen Sendekontakten keine Spannung ansteht (log. 0).
Der Ausgang des AFSKs wird mit dem Mikrofoneingang des verwendeten Senders verbunden, wobei die Nf-Amplitude so groß sein soll, daß der Sender voll durchgesteuert wird.
Hierbei ist allerdings darauf zu achten, daß die Anodenverlustleistung der Senderendstufe nicht überschritten wird, wodurch die PA–Röhren zerstört werden können.
Das RTTY–Signal ist im Gegensatz zu SSB als Dauerträger anzusehen, so daß der Sender ständig im Oberstrich betrieben wird. Verwendet man in der Senderendstufe Zeilenendröhren, dann muß man die Ansteuerung soweit zurücknehmen, daß die Endstufe nicht überlastet wird.
Fernschreibsendungen werden im Gleichwellenbetrieb ausgestrahlt. Man stimmt dabei den Sender und den Empfänger auf die gleichen Frequenzen ab. Unproblematisch ist das bei Transceivern, da hier automatisch auf der gleichen Frequenz gesendet und empfangen wird. Dabei ist natürlich darauf zu achten, daß die Filter des Konverters, soweit man

nicht mit einem breitbandigen arbeitet, auf die gleichen Nf-Töne abgestimmt sind, wie sie der AFSK erzeugt. Nur dann ist der Gleichwellenbetrieb gewährleistet.

4.2 Betrieb mit Lochstreifengeräten

Eine nützliche Hilfe für den flüssigen Betriebsablauf bei RTTY sind Lochstreifen.
Hierbei werden die 5-Bit Fernschreibinformationen in Form von Löchern in einen Streifen aus Spezialpapier eingestanzt, so daß man auf diese Weise eine mechanische Speicherung des Textes erhält.
Für den Lochstreifenbetrieb benötigt man den Lochstreifenstanzer, mit dem die Lochstreifen hergestellt werden, und den Lochstreifenleser, der die Lochstreifen abtastet und die eingestanzten Lochkombinationen in elektrische Signale zurückverwandelt.

Bei allen älteren Maschinen sind diese Geräte extern anzuschließen, während es für die neueren Maschinen (auch T 68) sogenannte Anbaugeräte gibt. Diese werden in die Maschinenmechanik integriert, wozu entsprechende Aussparungen am Gehäuse vorgesehen sind. Dies ist besonders platzsparend, denn zusätzliche Gehäuse würden den ohnehin meist kleinen Stationsraum noch weiter einengen.

Betriebstechnisch werden Lochstreifen für die verschiedensten Zwecke verwendet. So benutzt man sogenannte Lochstreifenschleifen, auf denen Texte abgespeichert sind, die ständig wiederholt werden sollen. Dies gilt im besonderen für den cq-Ruf, den man auf diese Weise beliebig lange automatisch laufen lassen kann, ohne einen längeren Lochstreifen herstellen zu müssen. Dabei wird der auszustrahlende Text in den Streifen eingestanzt und dann das Ende mit dem Anfang zusammengeklebt.
Weiterhin ist die Stationsbeschreibung ein Text, der in gleicher Form festgehalten werden kann. Allerdings sollte man die Streifenlänge darauf beschränken, daß man den abgespeicherten Text über eine entsprechende Vorrichtung hängen kann, ohne den Streifen mehrmals aufwickeln zu müssen. Hierdurch ist der Wechsel der verschiedenen Texte in wenigen Augenblicken möglich.

Wichtig ist die Kennzeichnung der richtigen Seite des Lochstreifens (bei Schleifen) und des Anfangs. Hierzu kann man einen Bleistift oder Filz- bzw. Faserschreiber verwenden, die allerdings nicht wasserlöslich sein sollten, da die Zeichnung sonst bei oftmaligem Gebrauch verschmiert.

Für Lochstreifen, die ständig im Funkbetrieb verwendet werden, gibt es spezielles Material aus Kunststoff mit Papiereinlage oder Metall-

folienkaschierung. Allerdings kann man sich auch von dem Originalstreifen einige Kopien aus Normalpapier stanzen, die dann bei Abnutzung ersetzt werden können.

Beim Empfangslochen wird der aufgenommene Text parallel zur Maschine mitgelocht, um die empfangene Sendung entweder wieder abstrahlen zu können, oder für den internen Betrieb zu verwenden. Oft werden auf diese Weise Rundsprüche mitgelocht, um sie dann in einem anderen Funknetz (z.B. auf UKW) erneut wiederholen zu können.

Bei schwierigen Übertragungsbedingungen kann man die eigene Sendung gleichzeitig mitlochen. Hat der Partner die Mitteilung nicht vollständig mitschreiben können, dann besteht die sehr einfache Möglichkeit, die Sendung mit Hilfe des Streifens zu wiederholen.

Geschickte „mechanische" Betriebstechniker lochen einen Streifen auf einer zweiten Maschine vor, während der Partner noch am Schreiben ist. Hierdurch wird der Betriebsablauf erheblich beschleunigt, da der Lochstreifen grundsätzlich mit maximaler Zeichenfolge abgetastet und ausgesendet wird.

Nach einiger Betriebserfahrung mit den Lochstreifengeräten kann man die wichtigsten Zeichen der Stanzungen lesen. Zudem werden die notwendigen Handgriffe beim Einlegen der Streifen so eingeübt, daß der Wechsel vom manuellen Schreiben zur Lochstreifenübertragung ohne wesentlichen Zeitübergang vor sich geht.

Die praktische Herstellung von Lochstreifen geschieht in der Weise, daß man vor dem eigentlichen Text etwa 10 bis 15 cm Vorspann freiläßt. Anschließend wird zunächst einige Male BU getastet, um damit die Maschine der Gegenseite zu synchronisieren. Schließlich folgt WR, WR, ZV und ein weiteres Mal BU, so daß die Partnermaschine mit Sicherheit auf einer neuen Zeile am linken Blattrand beginnt.
Auch am Ende des Streifens wird die Folge WR, WR, ZV und BU gegeben, damit die Maschine des Partners wiederum in „Grundstellung" für den folgenden von Hand gegebenen Text steht.

Zum Aufbewahren längerer Streifen verwendet man die Kerne leerer Streifenrollen. Beim Aufwickeln legt man zunächst einige Windungen auf den Kern, ohne den Anfang festzukleben. Anschließend wird die Rolle flach auf den Tisch gelegt, und man schwenkt sie mit einem Bleistift herum, so daß sich der Streifen selbständig aufrollt. Zwischendurch zieht man den Wickel etwas fest, damit die Rolle nach dem Aufwickeln nicht auseinanderfällt.

Übrigens gibt es für den Lochstreifen-Fan einige Kuriositäten. So kann man ganze Bilder auf Lochstreifen festhalten, wie es auch von Schreibmaschinen-Bildern bekannt ist. Solche Streifen laufen oft über

eine halbe Stunde, da die unterschiedlichen Helligkeitswerte teilweise durch doppelte Zeilenbeschriftung erreicht werden müssen. Es gibt sogar unter den RTTY–Amateuren einen Wettbewerb (RTTY–ART–Contest), bei dem solche Bilder ausgetauscht werden. Die Motive reichen dabei vom „neutralen Stilleben" bis zum „aufgeklärten Realismus".

Sogenannte Klingel-Tapes (tape = Streifen) geben beim Abdruck mit der Maschine den rhythmischen Eindruck bekannter Melodien. Hierbei wird für jeden Ton die Klingel und eine der Notenlänge entsprechende Pause gestanzt.

Sicherlich gibt es eine Reihe weiterer Möglichkeiten, die Fernschreibmaschine zu „mißbrauchen". Hier ist der Kreativität des RTTY–Künstlers keine Grenze gesetzt.

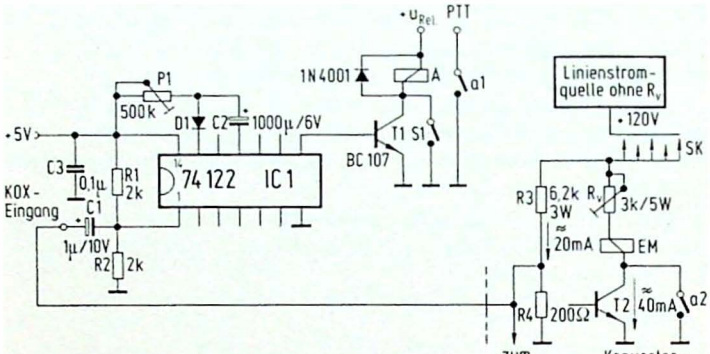
4.3 Automatische Betriebshilfen

4.31 Automatische Sende–Empfangs–Umschaltung

Vom SSB–Betrieb her ist die sogenannte VOX– (voice-control) Steuerung bekannt, bei der der Sender automatisch eingeschaltet wird, wenn man das Mikrofon bespricht, ohne daß ein Schalter betätigt werden muß. Analog hierzu kann man auch für den RTTY–Betrieb eine solche automatische Sende–Empfangs–Umschaltung vorsehen (KOX), wodurch der Sender beim Einschreiben ins Tastenfeld eingeschaltet wird. Dies hat besonders bei RTTY betriebstechnisch große Vorteile, da man mit den Händen am Tastenfeld bleiben kann, ohne ständig den Sende–Empfangs-Schalter bedienen zu müssen.

Abb. 4.311 zeigt eine Lösung der KOX–Schaltung. IC1 (74122) ist ein retriggerbares Mono-Flop. Es kann vor dem Ablauf der Ausgangsimpulsdauer nachgetriggert werden, so daß der Ausgang bei einer Eingangsimpulsfolge, die kürzer als die Ausgangsimpulsdauer ist, ständig im instabilen Zustand gehalten wird.

Die Länge des Ausgangssignals wird durch die Kombination aus P1, D1 und C2 bestimmt. Nach der gegebenen Dimensionierung ist sie maximal etwa 15 s, wenn P1 mit 50 kΩ in die Schaltung eingeht. Der Ausgang Pin 8 von IC1, der bei Ansteuerung auf log. 1 gesetzt wird, schaltet den Transistor T1 nach Masse durch, so daß das Relais A anzieht. Die Relaisspannung wird durch den verwendeten Relaistyp bestimmt (z.B. Kammrelais).



4.311 KOX–Automatische Sende-Empfangs-Umschaltung für RTTY

Der Linienstromkreis ist im Gegensatz zu den bisher gezeigten Schaltungen etwas anders aufgebaut. Der Vorwiderstand Rv ist von der Linienstromquelle getrennt und liegt vor dem Empfangsmagneten, während die Konverterschaltstufe in üblicher Weise am Ende des Strompfades gegen Masse geschaltet ist.

Die Sendekontakte folgen direkt der Linienstromquelle und schalten einen zum Empfangsstrompfad parallel gelegten Spannungsteiler aus R3 und R4, dessen Querstrom etwa 20 mA beträgt. Sind die Sendekontakte im Empfangsfall geschlossen, bestimmt T2 den Rhythmus des Stroms durch EM, wobei a2 geöffnet ist, und die Teilerspannung zwischen R3 und R4 konstant bei etwa 4 V liegt.

Wird eine Taste gedrückt, öffnen die Sendekontakte, so daß der Strom unterbrochen wird. Dadurch sinkt die Teilerspannung auf 0 V, so daß das Potential am Pin 1 des 74122 über den Kondensator C1 ebenfalls kurzzeitig gegen Masse gezogen wird. Mit diesem Impuls, der der log. 0 entspricht, wird das Mono-Flop getriggert, wodurch das Relais A anzieht.

a1 schließt den PTT (push to talk)-Kontakt des Senders, so daß dieser eingeschaltet wird, während a2 die Konverterschaltstufe überbrückt, wodurch auch der eigene Text auf dem Papier abgedruckt wird.

P1 muß nach der individuellen Schreibgeschwindigkeit eingestellt werden, damit die Automatik nicht während der „Tastensuchpausen" abfällt.

Vom Teilerpunkt aus R3 und R4 wird gleichzeitig der AFSK gesteuert, der auch während des Empfangs ständig durchläuft. Dies ist natürlich uninteressant, da der Sender abgeschaltet ist.

Will man den Sender ständig eingeschaltet lassen (während längerer Tastpausen), dann ist lediglich S1 zu schließen, wodurch der Schalttransistor T1 und damit die Automatik außer Funktion gesetzt werden.

Verwendet man eine elektronische RTTY–Anlage, wird der KOX–Eingang direkt mit dem Ausgang der Tastatur verbunden (parallel zur AFSK–Ansteuerung). Steht hierbei der TTL–Pegel zur Verfügung, kann man C1, R1 und R2 weglassen, so daß Pin 1 des 74122 direkt angesteuert wird.

Der PTT–Kontakt wird dann in gleicher Weise durch das Schaltrelais gesteuert, sobald man die Tastatur bedient.

Gegebenenfalls kann man mit den übrigen Relaiskontakten weitere Umschaltfunktionen vornehmen.

4.32 Autostart–Antispace

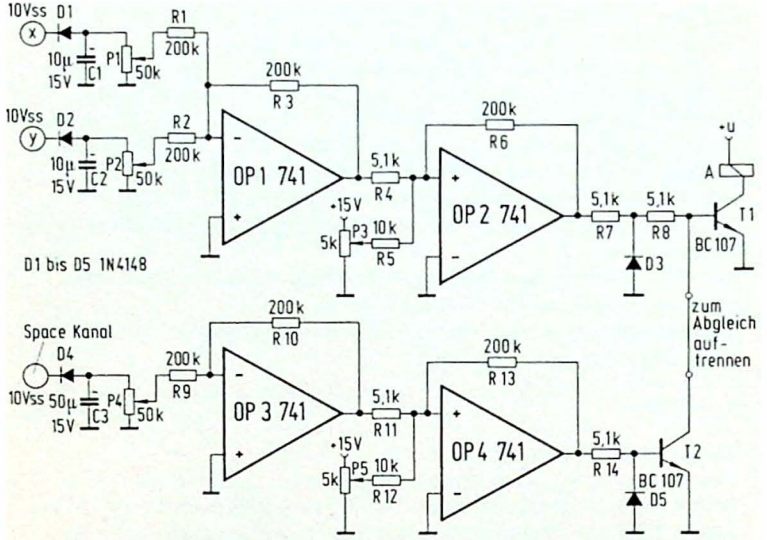
Neben den Nf-Fernschreibsignalen werden vom Filterkonverter auch andere Tonfrequenzen selektiert, wenn sie in den Durchlaßbereich der Filter fallen.

Dies ist besonders dann unangenehm, wenn man mit einer mechanischen Fernschreibmaschine arbeitet und bei eingeschaltetem Konverter das Band nach RTTY–Signalen absucht.

In diesem Falle schreibt die Maschine Zufallszeichen, die durch die unerwünschten Tonfrequenzen erzeugt werden. Zeichen dieser Art können aber auch durch das Empfängerrauschen oder Störungen anderer Art ausgelöst werden, so daß die Maschine einen zusammenhanglosen Text schreibt, obwohl dem Konverter kein definitives Fernschreibsignal angeboten wird.

Dieses „wilde Schreiben" kann man zum großen Teil durch eine sogenannte Autostart-Schaltung unterbinden, bei der davon ausgegangen wird, daß bei einem einwandfreien Fernschreibsignal jeweils der eine oder der andere Kanal belegt sein muß.

Es sind bisher eine ganze Reihe solcher Schaltungen veröffentlicht worden, die aber meist nur für einen bestimmten Konverter-Typ konzipiert waren. Die Eingangswiderstände der Ausführung nach **Abb. 4.321** sind so hochohmig gewählt worden, daß die Schaltung praktisch für jeden Filterkonverter eingesetzt werden kann.



4.321 Autostart-Antispace-Schaltung DJ6 HP 026

Die beiden Filtersignale von X und Y (Mark und Space) werden gleichgerichtet, wobei die Zeitkonstante aus P1 und C1 bzw. P2 und C2 etwa 0,5 s beträgt.
Liegt ein sauberes Fernschreibsignal am Eingang des Konverters, erreicht der Ausgang von OP1 eine näherungsweise konstante positive Spannung. Dem Addierer aus OP1 ist ein Additions-Schmitt-Trigger nachgeschaltet, dessen Schwelle so eingestellt wird, daß der Ausgang bei einem einwandfreien RTTY–Signal positiv schaltet, während er bei Störungen in die negative Sättigung gesetzt wird.

Mit der positiven Ausgangsspannung des Triggers wird der Transistor T1 leitend, wodurch der Anker das Relais A anzieht. Mit dem Relais kann man z.B. die Schaltstufe des Konverters kurzschließen (Ruhekontakt), oder aber auch den Maschinenmotor schalten (Arbeitskontakt).

Wird der Space-Kanal durch einen Störträger blockiert, kann die Autostart-Schaltung nicht erkennen, daß ein Störungsfall vorliegt, da der Ausgang von OP1 auf positiver Spannung gehalten wird.
Um das Leerlaufen der Maschine zu verhindern, muß eine Antispace-Schaltung vorgesehen werden, die den konstanten Space-Träger erkennt

und den Autostart-Zweig blockiert. Hierzu wird der Eingang von OP3 mit dem Space-Filter des Konverters verbunden, wobei P4 so eingestellt wird, daß erst ein Space-Signal mit einer Länge von mehreren Fernschreibzeichen den Ausgang von OP3 soweit positiv laufen läßt, daß auch der nachgeschaltete Schmitt-Trigger aus OP4 am Ausgang in die positive Lage springt und T2 durchschaltet.

Hierdurch wird die Basis von T1 gegen Masse gelegt, wodurch der Transistor gesperrt wird und das Relais abfällt.

Mit P5 wählt man den Triggerpegel von OP4 so, daß T2 bei den üblichen Space-Impulsbreiten gesperrt bleibt.

Zum Abgleich der Schaltung trennt man T2 zunächst von der Basis des Transistors T1, um die Autostart-Schaltung einstellen zu können. Anschließend wird die Antispace-Elektronik hinzugeschaltet.

Zur richtigen Einstellung der Automatik verwendet man am besten ein Tonband, auf dem die Störungsfälle simuliert werden können. Gegebenenfalls muß man die Zeitkonstanten durch Veränderung von C1, C2 oder C3 variieren, oder aber die Triggerhysterese durch R6 bzw. R13 vergrößern oder verkleinern.

4.4 Betrieb mit elektronischen Fernschreibgeräten

Die prinzipielle Funktion eines Fernschreib-Fernseh-Displays wurde bereits am Beispiel des DJ 6 HP 014 beschrieben.

Als Sichtgerät muß ein Fernsehempfänger zur Verfügung stehen, der möglichst durch einen Transformator vom Netz getrennt sein soll, damit die vorgeschaltete Elektronik gegen die Netzverpolung des Fernsehgerätes geschützt ist.

Der Bildschirm sollte eine Diagonale von mindestens 18 cm haben, um so den abgebildeten Text mühelos lesen zu können. Ist die Zeichenkapazität des Bildschirms 1000 oder mehr, wird man eventuell eine größere Bildröhre wählen müssen.

Es hat sich aber im Betrieb gezeigt, daß die beim 014 praktizierten 512 Zeichen als Kapazität einer „Seite" völlig ausreichend sind.

Die Ansteuerung des Fernsehgerätes wird grundsätzlich an der Videovorstufe vorgenommen, da hierdurch die größtmögliche Bildauflösung erreicht wird. Die Hf-Ansteuerung hat sich als unvorteilhaft erwiesen, da einerseits der verwendete Oszillator meist instabil ist, und andererseits

erhebliche Auflösungsverluste entstehen, die die Lesbarkeit des Textes beeinträchtigen können.

Bei der Einspeisung des Videosignals ist darauf zu achten, daß es die richtige Lage besitzt. In den meisten Fällen müssen die Fernsehgeräte an der Videovorstufe mit negativ liegenden Synchronimpulsen angesteuert werden, während der Bildinhalt (Helligkeitsinformation) positiv überlagert ist. Die erforderliche Polarisation entnimmt man den Testoszillogrammen, die für die Videoeingangsstufe bei den Serviceunterlagen des Gerätes abgedruckt sind. Sollte eine inverse Ansteuerung notwendig sein (oft bei älteren japanischen Geräten mit PNP–Transistoren), muß man einen Transistor in Emitterschaltung als Inverter zwischenschalten.

In neueren Fernsehgeräteschaltungen werden teilweise ICs verwendet, in denen der Videogleichrichter, die Videovorstufe zur Helligkeitsansteuerung der Bildröhre und die Eingangsstufe des Amplitudensiebs zusammengefaßt sind. Hier läßt sich die Einspeisung des Displaysignals nur mit Schwierigkeiten vornehmen.

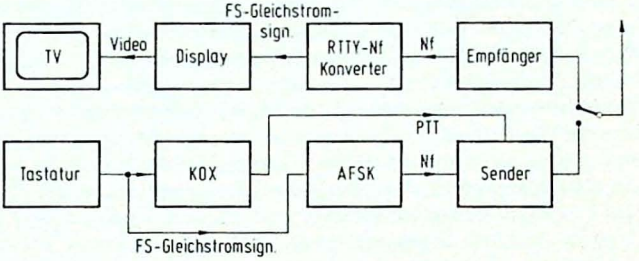
Bei der Wahl des Fernsehgerätes muß man somit auf die richtige Bildschirmgröße achten. Zudem ist die Videoeinspeisung dann problemlos zu realisieren, wenn in der jeweiligen Schaltung die Videogleichrichterdiode als diskretes Bauelement zu erkennen ist.

Die Einspeisung in die Videovorstufe erfolgt in der Weise, daß man das Signal des Displays über einen 50 µF Kondensator an die Basis des dem Videogleichrichter folgenden Transistors führt. Sollte das Fernsehgerät vom Display übersteuert werden, kann man die Videoamplitude mit einem Spannungsteiler abschwächen. Das Verbindungskabel zwischen Display und TV–Gerät wird abgeschirmt, um Störungen im KW–Bereich zu vermeiden.

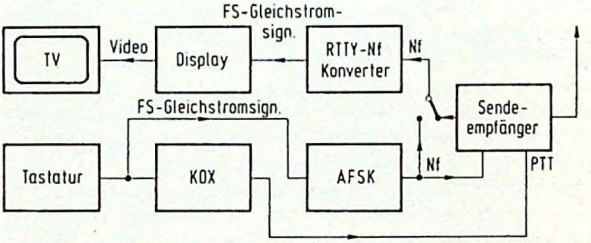
Das TV–Display wird zum Empfang von Amateurfernschreibsignalen am hierfür vorgesehenen Schrittgeschwindigkeitsschalter auf 45,45 Baud eingestellt.

Der dem Stationsempfänger nachgeschaltete Nf-Konverter wird an seinem Ausgang mit dem Displayeingang verbunden. Hierbei ist auf die richtigen Pegel zu achten, die für log. 1 und 0 vorgegeben sind, damit das Konverterausgangssignal von der Eingangselektronik des Displays verarbeitet werden kann.

Die Abstimmung des Konverters geschieht natürlich in der gleichen Form, wie sie bereits beim Betrieb mit mechanischen Fernschreibern beschrieben worden ist.



4.41 Beispiel zur Zusammenschaltung elektronischer FS–Geräte bei getrenntem Sender und Empfänger



4.42 Beispiel zur Zusammenschaltung elektronischer FS–Geräte bei Verwendung eines Sende-Empfängers

Die Ausgangsschaltstufe des Konverters kann natürlich weiterhin zur Steuerung einer mechanischen Fernschreibmaschine verwendet werden, falls man Teile von Sendungen auf Papier dokumentieren will.

Die elektronische Tastatur wird ausgangsseitig mit dem Steuereingang des AFSKs verbunden. Im allgemeinen arbeitet man mit dem TTL–Pegel, so daß keine Anpassungsschwierigkeiten innerhalb der Elektronik auftreten. Nach **Abb. 4.41** kann man hierzu parallel die beschriebene KOX–Steuerung schalten, die zur automatischen Umschaltung zwischen Senden und Empfang dient.

Eine elegante Mitschreibkontrolle erhält man nach **Abb. 4.41** dann, wenn die Möglichkeit besteht, das eigene ausgestrahlte Signal im getrennten Stationsempfänger mithören zu können. Hierbei bleibt der Nf-Konverter durchweg mit dem Empfängerausgang verbunden, so daß der eigene Text über die Hf-Schleife empfangen und mitgeschrieben werden kann.

Beim Transceiverbetrieb nach **Abb. 4.42** muß man den AFSK–Ausgang im Sendefall mit dem Konvertereingang verbinden, um so zumindest im Nf-Bereich der RTTY–Anlage eine Kontrolle der Sendung zu erhalten.

Für die Senderaussteuerung gelten die gleichen Regeln wie beim mechanischen Fernschreiben, da letztlich das Nf-Signal des AFSKs identisch ist, egal ob es von einer Elektronik oder von einem herkömmlichen Fernschreiber gesteuert wird.

4.5 Betrieb mit Magnetbandspeichern

Während man den Lochstreifenbetrieb für kürzere Texte mit modernen elektronischen Tastaturen simulieren kann, reicht die Speicherkapazität für Rundsprüche und ähnliche Sendungen nicht aus.

Will man auch hierbei auf die mechanische Speicherung und den damit verbundenen Lärm verzichten, läßt sich das Fernschreib-Nf-Signal auf einem Tonband festhalten, so daß es dann jeder Zeit zur Rückspielung zur Verfügung steht.
Betriebstechnisch lassen sich Cassettenrecorder am einfachsten handhaben, da bei diesen Geräten das lästige Einfädeln des Bandes fortfällt.

Bei der Wahl des zu verwendenden Cassettenrecorders sollte man sich nicht für das billigste Gerät entscheiden. Der Grund hierfür liegt in der oft unzureichenden Gleichlaufgenauigkeit, die zwar beim üblichen Abspielen von Schlagermusik völlig ausreicht, aber bei der Rückspielung des Bandes im RTTY–Betrieb zu erheblichen Verzerrungen führen kann.

Ein Gerät für etwa 250 DM wird allerdings den Ansprüchen von RTTY genügen, da in dieser Preisklasse bereits schaltungstechnisch für eine ausreichende Gleichlaufregelung gesorgt wird. Dieser finanzielle Aufwand liegt auch in dem Rahmen, den man für entsprechende Lochstreifengeräte ausgeben müßte.

Die Rückspielung des abgespeicherten Textes kann nach unterschiedlichen Methoden realisiert werden.

So ist die einfachste Lösung, wenn man die auf dem Band gespeicherte Nf direkt zur Ansteuerung des Senders verwendet, so daßman den Ausgang des Recorders lediglich mit dem Mikrofoneingang des Senders verbinden muß.

Will man die Tonschwankungen, die bei restlichen Gleichlaufungenauigkeiten auftreten, vermeiden, muß man dem Cassettenrecorder einen breitbandigen Nf-Konverter nachschalten. Dieser wandelt die Nf in Fernschreibgleichstromsignale, mit denen man den AFSK steuern kann, so daß man wiederum in den „Originaltönen" arbeitet.

Eine exakte Regenerierung des abgespeicherten Textes erhält man aber nur dann, wenn man die RTTY–Zeichen, die mit dem Nf-Konverter gewonnen werden, entzerrt, da neben den Tonschwankungen natürlich auch eine ungenaue Schrittlänge wiedergegeben wird. Den elektronischen Entzerrer (z.B. nach Abb. 3.81) setzt man dem Konverter nach, wodurch an dessen seriellem Ausgang die regenerierte Impulsfolge erscheint, mit der der AFSK getastet werden kann.

Dieser Aufwand ist recht erheblich und nur dort gerechtfertigt, wo Stationen mit der Abstrahlung von Rundsprüchen beauftragt sind. Andererseits ließe sich auch überlegen, ob man nicht gleich einen hochwertigeren Cassettenrecorder verwenden sollte.

Im Gegensatz zu den beschriebenen Zweitonaufnahmeverfahren, bei denen das subcarriermodulierte Signal auf dem Tonband gespeichert wird, läßt sich auch nach dem Eintonverfahren arbeiten. Dabei wird mit den empfangsseitigen im Nf-Konverter demodulierten Gleichstromzeichen eine „Tontaste" geschaltet, die aus einem einfachen steuerbaren Tongenerator besteht.

Der Tongenerator wird jeweils für die Space-Schritte freigeschaltet, so daß nur die Spacetöne auf dem Band aufgenommen werden.

Bei der Rückspielung wird die Folge der Nf-Töne mit einem aktiven Filter selektiert und gleichgerichtet. In einem nachgeschalteten Schmitt-Trigger gewinnt man die Gleichstromimpulsfolge wieder zurück, womit der AFSK gesteuert werden kann.

Grundsätzlich wäre zu bemerken, daß ein einfacher Cassettenrecorder für den UKW–Betrieb völlig ausreicht, soweit mit breitbandigen Konvertern geschrieben wird.

Höhere Ansprüche müssen im KW–Bereich gesetzt werden, da hier zumeist mit frequenzsensiblen Filterkonvertern gearbeitet wird, die Tonschwankungen der Sendung als Fehlschriften interpretieren können.

Die Wahl der Cassetten ist unkritisch, da sich in der Praxis bei hochwertigem Material kaum Vorteile gegenüber billigen Kaufhausangeboten zeigten. Dies liegt sicherlich daran, daß einerseits der erforderliche Frequenzumfang im Vergleich zu HI–FI Ansprüchen bescheiden ist, und andererseits ein geringes Restrauschen keinen Einfluß auf die Übertragungsgüte hat, da das Empfängerrauschen des Partners ohnehin weit größer ist.

Für Testzwecke haben sich Endlos-Cassetten bewährt, wodurch ein ständiges Rückspulen vermieden wird. Die Type CC–3 von Philips hat eine Spieldauer von 3 Minuten, die für die meisten Versuche ausreicht.

4.6 Inhalt und Aufbau der Fernschreibverbindung

Um mit einer Fernschreibstation in Kontakt zu kommen, wird der Allgemeine Anruf in gleicher Form abgestrahlt, wie er bei CW üblich ist. Man schreibt dann z.B.:

„cq cq cq de dj 6 hp"

Da die Übermittlung der Nachrichten weit schneller geht als bei CW, kann man diesen Anruf bereits präzisieren, indem man den Standort oder auch den Namen hinzufügt:

„cq cq cq de dj 6 hp hajo in braunschweig"

Hierdurch weiß der eventuelle Partner bereits den Namen und den Standort des Rufenden, so daß man im Verlauf der Verbindung sehr bald von den üblichen „Vorstellungs-Formalitäten" abweichen kann, die leider sehr oft das einzige sind, was sich die QSO–Partner mitzuteilen haben.

Es wäre natürlich sehr mühsam, den Text des allgemeinen Anrufs ständig von Hand zu wiederholen, so daß er bei fast allen Stationen automatisch gegeben wird.

Die Möglichkeit hierzu bieten einerseits die Lochstreifengeräte und andererseits der Speicher der elektronischen Tastatur oder der Cassettenrecorder.

Stehen weder Lochstreifengeräte noch andere Speichermöglichkeiten zur Verfügung, kann der Namengeber für den Allgemeinen Anruf programmiert werden.

Die Länge des Allgemeinen Anrufs richtet sich nach der Wahrscheinlichkeit, jemanden in der gleichen Betriebsart auf der gewählten Frequenz zu treffen.
So wird man ihn verhältnismäßig oft wiederholen müssen, wenn das Band geringe Aktivität verspricht. Dagegen ist es ratsam, nur kurz zu rufen, wenn man bereits vorher auf den Nebenfrequenzen eine Reihe von RTTY–Stationen beobachtet hat. Hier ist sogar ein längerer Ruf unangebracht, da mehrere gleichzeitig anrufende Stationen kaum zu selektieren sind. Dies ist zwar bei CW möglich, weil man einerseits nicht maschinell mitschreibt und andererseits auch die Gebeweise unterschieden werden kann. Aus diesem Grunde sollte auch die Antwort auf einen Allgemeinen Anruf nicht mehr als eine Zeile betragen, da sich eventuell noch weitere Anrufer melden. Das Recht des Stärkeren ist hier sicherlich nicht am Platze und wird von erfahrenen Betriebstechnikern auch nicht honoriert.

Bei der Herstellung des Lochstreifens, des Tonbandes oder des Speicherprogramms werden zunächst die üblichen Maschinenbefehle gegeben, so daß man mit BU, WR, WR, ZV und BU beginnt. Anschließend folgt der Text des Anrufs.
Dabei ist zu beachten, daß dem Partner, soweit er mit einem mechanischen Blattschreiber arbeitet, nur 68 Zeichen pro Zeile zur Verfügung stehen, so daß man rechtzeitig auf die neue Zeile umschalten muß. Die Gefahr der Zeilenüberschreibung besteht besonders dann, wenn man selber mit elektronischen Geräten arbeitet.

Oft findet man cq-rufende Stationen, die den Anruf in einer Zählfolge wiederholen:

„cq cq cq de dj 6 hp hajo in braunschweig (10)
"
"
cq cq cq de dj 6 hp hajo in braunschweig (0)
pse kkkkkk"

Diese Form des Rufs hat für den Partner den Vorteil, daß er voraussehen kann, wann das Ende zu erwarten ist.
Allerdings kann man den Text nicht auf einer kurzen Schleife abspeichern, sondern man benötigt einen längeren Lochstreifen oder eine Cassette.

Verwendet man ein Tonband als Anrufspeicher, dann läßt sich hiermit auch die VOX (voice control) des Senders steuern. Nach einer Serie von Anrufen, die in der beschriebenen Weise nummeriert werden können, läßt man 10 bis 15 s des Bandes frei, so daß die Station automatisch auf Empfang schaltet. Meldet sich in dieser Pause niemand, dann läuft

der Ruf automatisch wieder an, wenn die VOX durch die Nf anspricht. Sobald eine anrufende Station erscheint, stoppt man das Band und schaltet auf den üblichen Betrieb um.
Bei Verwendung einer Endloscassette muß man lediglich in akustischer Reichweite der Station bleiben.

Bei der Antwort auf einen Allgemeinen Anruf muß man unbedingt den Gleichwellenbetrieb einhalten, da man sonst eventuell garnicht gehört wird, wenn die Gegenstation mit einem schmalbandigen Empfänger und einem Filterkonverter arbeitet. Dabei müssen die richtige Lage der Kennfrequenzen, die gleiche Schrittgeschwindigkeit, die Shift und die Tonhöhe beachtet werden, so daß die Gegenstation keinerlei Abstimmungen oder Umschaltungen vornehmen muß.
Um der Gegenstation eine Hilfe für die Nachstimmung zu geben, die bei einer geringen Abweichung notwendig sein kann, tastet man vor dem eigentlichen Text einige Male die Folge „ryryry". Hierbei tritt der maximale Kennzustandswechsel auf, so daß beim richtigen Empfang dieser Zeichen auch der restliche Text mit großer Wahrscheinlichkeit fehlerfrei mitgeschrieben werden kann.

Wie bereits im ersten Teil des Buches erläutert wurde, ist Mark (Ruhezustand) immer der höheren Hf-seitigen Frequenz zugeordnet. Arbeitet man im unteren Seitenband, entspricht dies dem tieferen Nf-Ton. Im oberen Seitenband ist es der höhere Nf-Ton.

Möchte man sich in ein laufendes QSO einschalten, dann wartet man die Umschaltpause der bereits in Verbindung stehenden Stationen ab, um sich dann zu melden.
Hierbei ist es ganz besonders wichtig, den Gleichwellenbetrieb einzuhalten, damit man während des kurz zu haltenden Anrufs direkt aufzunehmen ist. Dieser lautet beispielsweise:

„qrz qrz qrz de dj 6 hp dj 6 hp pse kkkkk"

Erhält man nach einem zweiten Versuch keine Antwort, dann ist es besser, die Frequenz zu verlassen, da man entweder nicht gehört wird oder aber auch nicht erwünscht ist.
Grundsätzlich sollte man bei keinem QSO blind dazwischen rufen, sondern erst einmal mitschreiben, um zu sehen, ob die QSO–Partner nicht doch eine „Unterhaltung" führen, die so individuell ist, daß es unpassend wäre, dort einzubrechen. Dies gilt auch für andere Betriebsarten und entspricht der allgemeinen Höflichkeit.

Der Amateurfernschreibverkehr findet im Klartext statt, den man mit dem eines SSB–QSOs vergleichen kann. Es wird also nicht in der Abkürzungsform geschrieben, wie sie im CW–Betrieb praktiziert wird.

Bei internationalen Verbindungen ist meist Englisch die Verkehrssprache, so daß hiervon einige Grundkenntnisse vorhanden sein sollten. Dabei sei aber bemerkt, daß RTTY-Amateure ihre Rechtschreibfehler grundsätzlich auf Übertragungsschwierigkeiten zurückführen, die von der Technik zu verantworten sind. Man sollte also keinerlei Hemmungen haben, aus diesen Gründen auf ein QSO zu verzichten.
Im innerdeutschen Verkehr gilt dies natürlich ebenfalls. Hier wird sogar meist ohne „Punkt und Komma" geschrieben, zumal dies bei mechanischen Maschinen mit der zusätzlichen Umschaltung der Ebene verbunden ist und den flüssigen Informationsaustausch unnötig hemmt (jeder Telegrafist würde aus dem Tritt kommen, wenn jemand in CW die Interpunktion einführen wollte).

Die deutschen Funkamateure sind dazu verpflichtet, ihr Rufzeichen und das der Gegenstation mindestens alle 10 Minuten anzugeben, wodurch die Funküberwachung die Möglichkeit zur Identifikation erhält. In anderen Staaten wird z.T. eine CW-Identifikation gefordert, die nach jedem Sendedurchgang gegeben werden muß (z.B. USA).

Auch im RTTY-Verkehr werden viele betriebstechnische Hinweise in den bekannten Q-Gruppen gegeben (z.B. QRT = Ende der Sendung). Beim internationalen Telegrafieverkehr verwendet man die Z-Gruppen, die für die speziellen Anweisungen in dieser Betriebsart geschaffen worden sind.
Obwohl die Z-Gruppen primär für den kommerziellen Nachrichtenaustausch gedacht sind, so daß die meisten Befehle für den Amateurfunkbetrieb uninteressant sind, sind einige von ihnen neben den Q-Gruppen eine nützliche Ergänzung für RTTY:

ZCK	=	Überprüfen Sie Ihre Tastung! Check Keying
ZFC	=	Überprüfen Sie Ihre Shift! Frequency shift Check
ZPA	=	Keinen Zeilenvorschub empfangen! no Printer line Advance
ZPC	=	Keinen Wagenrücklauf empfangen! no Printer Carriage return
ZPF	=	Motor läuft zu schnell! Printer motor Fast
ZPS	=	Motor läuft zu langsam! Printer motor Slow
ZRK	=	Negative Tastung! Reversed Keying

ZRY = Bitte Prüftext senden! (RY)
Run test slip
ZSU = Ihre Zeichen sind unlesbar!
Signals are Unreadable
ZSV = Ihre Sendegeschwindigkeit schwankt!
Speed is Varying
ZWT = Senden Sie jedes Wort zweimal!
send Words Twice

(Die englischen „Untertitel" und deren große Anfangsbuchstaben geben eine Hilfe beim Auswendiglernen.)

Dem RTTY–Anfänger wird auffallen, daß der Inhalt von Fernschreibverbindungen sehr oft technischer Art ist. Dies liegt daran, daß sich Fernschreibamateure sehr viel mehr mit der Technik ihrer Anlage befassen (und befassen müssen), als es beispielsweise diejenigen tun, die nur im Telefonieband zu finden sind. Zudem sind Fernschreib-QSOs im allgemeinen sachlicher als sehr viele Telefonieverbindungen, die man einige kHz „weiter oben" beobachten kann.
Dies ist einerseits durch die bereits eingeschränkte Kommunikationsmöglichkeit der Schrift bedingt, andererseits aber auch durch das erwiesenermaßen höhere technische Niveau der Betriebsart RTTY.

Das Ende einer Fernschreibverbindung und die Verabschiedung vom Partner gestalten sich in gleicher Weise wie in Telefonie. Jeder Funkamateur weiß, daß sich solche Verabschiedungen über eine gute halbe Stunde hinziehen können, bis schließlich „sk sk sk" den Schluß quittiert. Gibt jemand zum Ausdruck, daß er nun wirklich die Station abschalten muß, weil er beispielsweise zum Mittagstisch gerufen worden ist, dann sollte man ihn nicht noch einmal anrufen. Zwar wird man zumeist noch das QSO zustande bringen, aber der nachfolgende Ärger ist aus reicher Erfahrung dem Amateurfunk nicht dienlich.

4.7 Betrieb über Fernschreib-Relais

Zur Überbrückung größerer Entfernungen hat man im UKW–Bereich auch für den Amateurfunk seit einigen Jahren sogenannte Relais-Stationen aufgebaut.
Solche automatischen Sende-Empfangsstationen stehen an besonders günstigen Standorten, so daß sie durch ihre meist hohe Lage einen erheblich größeren Aktionsradius haben, als er von einer normalen Feststation oder gar vom Auto zu überstreichen ist.

Relais-Stationen arbeiten mit unterschiedlichen Eingangs- und Ausgangsfrequenzen, wodurch gleichzeitiger Sende- und Empfangsbetrieb möglich ist. Dabei muß die Sendefrequenz des Benutzers gleich der Eingabefrequenz des Relais sein, während die Ausgabefrequenz der eigenen Empfangsfrequenz entspricht.

Für den Telefoniebetrieb (F 3) hat man in Deutschland ein ganzes Relais-Netz mit 10 Kanälen im 2 m-Band aufgebaut, so daß man quer durch die Bundesrepublik fahren kann, ohne jemals den Funkkontakt zu verlieren. Ein gleiches Netz befindet sich im 70 cm-Band im Aufbau.

Um auch den Fernschreibamateuren den UKW–Betrieb über große Entfernungen zu ermöglichen, hat man sowohl im 2 m-Band als auch im 70 cm-Band je einen Kanal für RTTY reserviert, auf denen bereits einige Relais-Stationen arbeiten.

Der RT–Kanal im 2 m-Band hat die Eingabefrequenz von 144,640 MHz, während die Ausgabefrequenz 145,840 MHz beträgt. Im Gegensatz zu den F 3-Kanälen, bei denen mit einer Ablage von 600 kHz gearbeitet wird, ist sie hier 1,2 MHz.

Dieser große Frequenzabstand bietet die Möglichkeit, die eigene Sendung über das Relais mitzuschreiben und zu kontrollieren. Natürlich sind hierzu getrennte Sende- und Empfangsgeräte sowie getrennte Antennen notwendig.

Wird für diesen Betrieb eine mechanische Maschine verwendet, dann trennt man die Reihenschaltung des Empfangsmagneten und der Sendekontakte.

Der Empfangsmagnet wird in üblicher Form über die Linienstromquelle, den Vorwiderstand und die Ausgangsstufe des Konverters getastet.

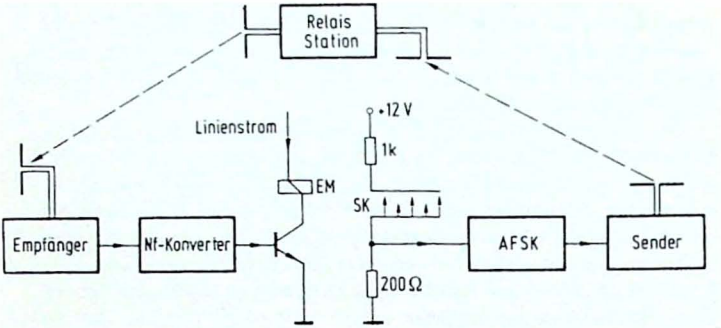
Die getrennten Sendekontakte werden über eine zweite Spannungsquelle von 10 bis 15 V geschaltet, wobei der Vorwiderstand so gewählt wird, daß etwa 10 mA fließen.

Werden die Zeichen vom Benutzer eingetastet, gelangen sie zum Relais. Dort werden sie auf der Ausgabefrequenz wieder abgestrahlt und über den Stationsempfänger und den Konverter auf der gleichen Maschine abgedruckt.

Die Antennenpolarisation ist sendeseitig horizontal einzustellen, während empfangsseitig vertikal gearbeitet wird (die Relais sind hierfür eingerichtet), so daß man hierdurch bereits eine erhebliche Sende-Empfangs-dämpfung erhält (**Abb. 4.71**).

Im 70 cm-Band steht den RTTY–Amateuren der Kanal R 69 mit der Eingabefrequenz 432,025 MHz und der Ausgabefrequenz von 438,625 MHz zur Verfügung.

Während im 2 m-Band in F 1 gearbeitet wird, verwendet man auf 70 cm die Modulationsart F 2.



4.71 Fernschreib-Relaisbetrieb mit der Kontrolle des eigenen Signals über das Relais

Die Shift ist in beiden Frequenzbereichen, wie auch sonst auf UKW üblich, 850 Hz.

Der Eingabekanal der 2 m-Relais ist etwa 4 kHz breit, wobei die Relaisempfangsaufbereitung tonunabhängig arbeitet. Eine Abstimmhilfe wird dadurch gegeben, daß das Relais durch „L" oder „H" zurückmeldet, ob man zu tief oder zu hoch mit der Anruffrequenz liegt.
Die F 2-Modulation im 70 cm-Band bedingt bei einem Modulationsindex von 1 eine Kanal-Bandbreite von 12 kHz.

Da auf dem Relais-Kanal immer nur jeweils eine Station senden kann, erfordert der Betrieb über eine solche automatische Funkstrecke äußerste Disziplin, weil jeder Störer den gesamten Funkverkehr unmöglich macht. Es entspricht der Relais-Etikette, daß man nach jedem Sendedurchgang eine Schaltpause läßt, um so auch anderen Stationen die Gelegenheit zu geben, sich dem QSO anzuschließen.

Während der Hauptbetriebszeiten gilt es aus verständlichen Gründen als unerwünscht, den Relais-Kanal durch endlose „Privatunterhaltungen" zu blockieren. Hierdurch wird den anderen Benutzern die Möglichkeit genommen, ebenfalls über den Kanal zu arbeiten, der keinen Parallelbetrieb zuläßt.
Weiterhin ist darauf zu achten, daß man nur mit der Sendeleistung arbeitet, die gerade ausreicht, um den Relaisempfänger rauschfrei zu erreichen. Größere Leistungen können den Empfänger übersteuern und machen außerdem ein Zwischenrufen unmöglich.

Das Fernschreib-Relaisnetz befindet sich gegenwärtig noch im Aufbau. Allerdings wird diese Entwicklung sicherlich sehr rasch vor sich gehen, da auch die Funkamateure, die ein Jahr lang die C–Lizenz besitzen, die Son-

dergenehmigung für Fernschreiben innerhalb der ihnen zugewiesenen Frequenzbereiche erhalten können.

4.8 RTTY–Contests

Wie in den anderen Betriebsarten des Amateurfunks werden auch in RTTY spezielle Contests ausgetragen.
Dies sind Wettbewerbe, bei denen man in einer bestimmten Zeit mit möglichst vielen Stationen in Kontakt kommen soll.
Natürlich werden dabei auch die überbrückten Entfernungen in die Wertung einbezogen, so daß DX–Stationen eine hohe Punktziffer ergeben. Es wäre müßig, darüber zu sprechen, daß beim Contest neben der einwandfrei arbeitenden Station die geschickte Betriebstechnik am Erfolg entscheidend beteiligt ist.

Während des Contests kann man die Funktion der eigenen Station im Vergleich zu den Konkurrenten prüfen. Zudem tragen Contests zur Aktivität auf den Bändern bei, so daß man während dieser Zeit eine Reihe von seltenen Stationen erreichen kann, die sonst kaum in der „Luft" sind.

Im Contest-Funkverkehr werden im allgemeinen nur Rapporte, die laufende Nummer des QSOs und eventuell noch die DX–Zone ausgetauscht. Diese Angaben werden dann auf speziellen Log-Blättern an den Veranstalter gesandt, wo sie nach einem Punktsystem ausgewertet werden.
Die gesamten Contest-Ergebnisse eines Jahres dienen einer Weltmeisterschaftswertung, die allerdings umstritten ist, da hier nicht, wie in den Contests üblich, in einzelnen Klassen gewertet wird, die sich auf Sendeleistung und Operator-Zahl (sigle operator und multi operator) beziehen.

Neben dem DAFG–Contest, der sowohl auf KW und UKW durchgeführt wird, gibt es 7 sogenannte „world wide contests", die gleichzeitig von allen RTTY–Amateuren der Welt bestritten werden. Im folgenden Jahreskalender sind die festen Zeiten dieser Wettbewerbe aufgeführt:

Januar	2. Wochenende	DAFG Kurzkontest	1. Teil KW+UKW
"	3. "	Giant-Flash ww	1. Teil KW
Februar	4. "	Giant-Flash ww	2. Teil KW
März	3. "	DAFG Kurzkontest	2. Teil KW+UKW
"	4. "	BARTG Spring Contest ww	KW
Juni	2. "	DAFG Kurzkontest	3. Teil KW+UKW
August	3. "	SARTG Contest ww	KW

September	1.	”	BARTG VHF Contest ww	1. Teil UKW
”	2.	”	BARTG VHF Contest ww	2. Teil UKW
”	2.	”	DAFG Kurzkontest	4. Teil KW+UKW
Oktober	2.	”	CARTG Sweepstakes ww	KW
November	2.	”	WAEDC–RTTY ww	KW
Dezember	1.	”	Alexander Volta ww	KW
November u. Dezember			RTTY Art Contest ww	KW

DAFG = Deutsche Amateur Fernschreib Gruppe
BARTG = British Amateur Radio Teleprinter Group
CARTG = Canadian Amateur Radio Teleprinter Group
SARTG = Scandinavian Amateur Teleprinter Group
ww = world wide contest

4.9 RTTY–Diplome

Sogenannte „Amateurfunk-Diplome“ sind Urkunden, durch die bestätigt wird, daß man z.B. mit einer bestimmten Anzahl von Ländern in Funkverbindung war.

Die Diplome werden von den verschiedensten Organisationen der Funkamateure herausgegeben, wobei jedes unter bestimmten Bedingungen zu arbeiten hat. Zur Bestätigung der erfüllten Bedingungen müssen die entsprechenden QSL–Karten beim Herausgeber vorgelegt werden. Gegen einen geringen Unkostenbeitrag erhält man dann die mehr oder weniger ansprechende Urkunde, die im Stationsraum als „Jagdtrophäe“ aufgehängt werden kann.

Der Hintergrund dieser Diplome ist mit dem der Contests zu vergleichen. Auch hierdurch soll die Aktivität der Amateure gefördert werden. Während beim Contest die Wettbewerbsleidenschaft angesprochen wird, will man bei den Diplomen die Amateure motivieren, die sich einerseits ihre Erfolge schriftlich bestätigen lassen möchten und andererseits eine attraktive Dekoration für ihre „Funkbude“ wünschen.

Die Vielzahl der Diplome kann man in drei Gruppen unterscheiden:

1. Diplome, die nur in der Betriebsart RTTY erworben werden können.
2. Diplome, die in allen Betriebsarten erworben werden können, wobei aber durchweg eine Betriebsart benutzt werden muß. Sie können auch für RTTY ausgestellt werden.

3. Diplome, die als „mixed" bezeichnet werden, so daß sie gemischt in verschiedenen Betriebsarten erreicht werden können.

Aus dem umfangreichen Angebot, das inzwischen zu einer Inflationierung geführt hat, da bereits einzelne Städte eigene Diplome herausgeben, sollen hier nur die wichtigsten der Gruppen 1 und 2 angegeben werden:

Gruppe 1

DRD Deutsches RTTY Diplom
Im Laufe eines Kalenderjahres sind 50 Punkte nachzuweisen (C–Liz. Inhaber 26 Punkte). Es zählen auch Verbindungen im DAFG Kurzkontest, wenn die Gegenstation ihr Log eingereicht hat. Jedes QSO mit deutschen Stationen zählt auf 3,5 MHz und 7 MHz einen Punkt und auf 144 MHz und 432 MHz zwei Punkte. Jede deutsche Station darf in der Wertung nur einmal auf KW und UKW gearbeitet werden.
Maximale Punktzahl pro Band ist 25.
Das Diplom kann jedes Jahr neu erworben werden.
Herausgeber: DAFG

EURD Europäisches RTTY Diplom
Hierbei sind europäische Länder durch QSL–Karten nach dem 1.1.65 nachzuweisen. Es zählen auch die Verbindungen im WAEDC–RTTY, wenn die Gegenstation ihr Log eingereicht hat.
EURD 3 = 20 Länder und 100 Prefixe
EURD 2 = 30 Länder und 150 Prefixe
EURD 1 = 40 Länder und 200 Prefixe
Alle Bänder sind zugelassen.
Herausgeber: DARC Bearbeitung: DAFG

QCA Quarter Century Award
Es sind 25 Länder der ARRL– und WAEC–Länderliste mit QSL–Karten nachzuweisen. Hinzu können für je weitere 25 Länder „sticker" erworben werden.
Herausgeber: BARTG

WASM Worked all SM in RTTY
Es sind Verbindungen mit 8 schwedischen Rufzeichengebieten (SM 1 bis SM 8) auf je zwei Bändern nachzuweisen (16 QSOs). Dabei zählen alle Verbindungen nach dem 1.1.67.
Herausgeber: SM–RTTY–Manager

WSRY Worked Scandinavia RTTY Award
Es sind 16 QSOs mit Stationen aus den skandinavischen Ländern nachzuweisen. Die Wertung gilt für Verbindungen nach dem 1.5.70. Zum Nachweis genügt eine Aufstellung der 16 Ver-

bindungen mit den üblichen Log-Angaben.
Herausgeber: SARTG

Gruppe 2

DXCC — DX–Century Award
Es sind die QSOs mit 100 Ländern der ARRL–Länderliste durch QSL–Karten nachzuweisen.
Herausgeber: ARRL und RTTY Journal

Europa Diplom — Es müssen 100 Punkte nachgewiesen werden. Jedes europäische Land kann auf allen KW–Bändern jährlich erneut gearbeitet werden. Nach einer Punktetabelle (Multiplikatoren 1; 1; 0,75; 0,5; 0,25) werden alle Verbindungen der letzten 5 Jahre gewertet.
Herausgeber: DARC

WAC — Worked All Continents
Es sind QSL–Karten von sechs Kontinenten nachzuweisen (Europa, Afrika, Asien, Ozeanien, Nord-Amerika, Süd-Amerika)
Herausgeber: ARRL und RTTY Journal

WAE — Worked All European Countries
Für die Klasse 3 sind mindestens 40 europäische Länder und 100 Punkte nachzuweisen. Jedes europäische Land zählt je Band einmal als Punkt. Jedoch darf jedes Land nur maximal auf 4 Bändern gearbeitet werden
Herausgeber: DARC

WAS — Es sind QSL–Karten von allen 50 Staaten der USA nachzuweisen.
Herausgeber: ARRL

5 Bestimmungen der Deutschen Bundespost

Als Lizenzbehörde hat die Deutsche Bundespost folgende Auflagen zur Sondergenehmigung für die Betriebsart Funkfernschreiben im Amateurfunk herausgegeben:

1. Zugelassene Frequenzbereiche für Funkfernschreib-Versuchssendungen für Inhaber einer Amateurfunkgenehmigung

der Klasse B	der Klasse C
3575 – 3625 kHz	144 – 146 MHz
3725 – 3775 kHz	430 – 440 MHz
7025 – 7050 kHz	1250 – 1300 MHz
14075 – 14110 kHz	2300 – 2350 MHz
21075 – 21125 kHz	3400 – 3475 MHz
28075 – 28175 kHz	5650 – 5775 MHz
	10 – 10,5 GHz

2. Es ist nur das System „Hell" und CCIT–Code Nr. 2 zugelassen.
3. Die Tastzeichen sind, hauptsächlich bei Sendeart A 1, weich zu machen.
4. Der Hub ist bei Sendeart F 1 auf 450 Hz und bei Sendeart F 2 (Frequenzen über 144 MHz) auf 3 kHz zu begrenzen.
5. Die nachstehenden aufgeführten notwendigen Bandbreiten müssen eingehalten werden:

		A1	F1	F2 nur über 144 MHz
CCIT–Code Nr. 2	Hub 200 Hz		525 Hz	
CCIT–Code Nr. 2	Hub 450 Hz		1150 Hz	
CCIT–Code Nr. 2	Hub 3 kHz M = 1			12 kHz
Hell 122,5 B		612,5 Hz		
Hell 122,5 B	Hub 200 Hz		562 Hz	
Hell 122,5 B	Hub 450 Hz		1187 Hz	
Hell 122,5 B	Hub 3 kHz M = 1			12 kHz

6. Die Sendeart F2 darf nur in den Frequenzbereichen über 144 MHz benutzt werden.
7. Bei allen Sendungen ist jeweils nach zehn Minuten Sendezeit das eigene und das Rufzeichen der Gegenstelle durchzugeben.
8. Bei Störungen anderer Funkdienste durch die Fernschreibsendungen oder bei Verstoß gegen die allgemeinen Bestimmungen – insbesondere gegen diese besonderen Auflagen – kann die Sondergenehmigung für eine bestimmte Zeit innerhalb der Gültigkeitsdauer oder für ständig widerrufen werden.
9. Die Sondergenehmigung ist gültig bis zum
   Sie kann auf Antrag verlängert werden.

Die Sondergenehmigung für Funkfernschreiben kann also vom Funkamateur beantragt werden, der entweder die B– oder die C–Lizenz (1 Jahr) besitzt. Sie wird in der Regel für 3 Jahre erteilt, ohne eine besondere Prüfung hierzu ablegen zu müssen.
Aus Erfahrung sollte man darauf achten, daß man die Verlängerung der Sondergenehmigung nicht vergißt, da sie nicht automatisch erteilt wird.

Neben den von der Lizenzbehörde angegebenen Frequenzbereichen hat man unter den Funkamateuren Hauptarbeitsfrequenzen vereinbart, die auch meist eingehalten werden:

80 m-Band			3,590 – 3,600 MHz
20 m-Band			14,090 – 14,100 MHz
2 m-Band	Ortsverkehr	:	145,300 MHz
	Fernverkehr	:	144,600 MHz
	Relais Eingabe	:	144,640 MHz (RT)
	Relais Ausgabe	:	145,840 MHz (RT)
70 cm-Band	Ortsverkehr	:	433,300 MHz
	Fernverkehr	:	432,600 MHz
	Relais Eingabe	:	432,025 MHz (R 69)
	Relais Ausgabe	:	438,625 MHz (R 69)
23 cm-Band	Ortsverkehr	:	1297,300 MHz
	Fernverkehr	:	1296,600 MHz

Es sei nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, daß RTTY nicht über den gesamten Bereich der üblichen Amateurkurzwellenbänder gestattet ist, sondern nur in denen unter 1. der Auflagen angegebenen Kanälen. Dies ist vielen Amateuren, die in anderen Betriebsarten arbeiten, nicht bekannt, so daß man oft auf Unverständnis trifft, wenn man sie um QSY bittet.

6 Ausblick auf die Amateur-RTTY-Technik

Wie in allen anderen Bereichen der Technik ist es auch im Amateurfunk zu erwarten, daß die Geräte weiterhin perfektioniert werden.
Dies gilt besonders für den Bereich des Fernschreibens, zumal sich hierbei einige Formen der Nachrichtenübertragung anbieten, die Fehlschriften weitgehend ausschließen. Sicherlich wird der Baudot-Code für Jahre in Gebrauch bleiben, zumal die neuesten Fernschreibmaschinen von Siemens und Lorenz weiterhin auf dieser Basis arbeiten und der gesamte Telex-Verkehr hierfür eingerichtet ist.
Dies wird allerdings die Amateure nicht daran hindern, Versuche mit Datensicherungscodes zu beginnen, die durch ihren Aufbau eine fehlerfreie Textübermittlung gestatten. Zwar sind die Peripheriegeräte hierfür ungleich aufwendiger, als sie bisher im Amateurfunk im Einsatz sind, aber wer hat schon vor 10 Jahren an Datensichtgeräte (TV-Display) für das Amateur-Funkfernschreiben gedacht.

Erste Anfänge sind schon mit dem ASCII-Code gemacht worden, dessen Parity-Bit bereits eine Fehlererkennung zuläßt. Es liegt einerseits am Wohlwollen der Lizenzbehörde, Versuche dieser Art zu genehmigen, andererseits aber auch an der Initiative der Amateure, mit ihren oft bescheidenen Mitteln solche Experimentierfelder zu erschließen.

Bei all dem, was uns die Halbleitertechnik mit solch hochintegrierten Bausteinen wie Mikroprozessoren in den nächsten Jahren bringen wird, sollte man aber auch den Normal-Amateur nicht vergessen, der mit seinem zumeist völlig außertechnischen Beruf durch die moderne Technologie völlig überfordert wird. Es sind nicht wenige Amateure, die mir gegenüber geäußert haben, daß für sie das Geklapper der Fernschreibmaschine das „Salz in der Suppe" des gesamten RTTY-Hobbys sei.
Um diese Ansicht zu verstehen, sollte man auch als in „dual in line" ausgerichteter Amateur der technischen Avantgarde einmal wieder den Deckel einer alten T 37 abnehmen, um zu bewundern, mit welcher Genialität diese Maschinen einst konstruiert worden sind. Sicherlich findet man dann leichter auf den Begriff des Amateurfunks zurück:

7 Literatur und Quellen

1. Volker Aschoff, Zur Vorgeschichte des Internationalen Telegraphenalphabets Nr. 2, Nachrichtentechnische Zeitschrift 4/75

   Fritz Schiweck, Fernschreibtechnik, 4. Auflage, Winter'sche Verlagsbuchhandlung, Prien, 1962, 894 Seiten

   Fred DeMotte, W 4 RWM, Wayne Green, W 2 NSD, Ham-RTTY, 73 Magazine, Peterborough N.H., 1964, 112 Seiten

   Georg Keller, Gerhard Pumpe, Elektronische Schaltungen in der Fernschreib- und Datentechnik, Siemens AG Berlin/München, 1966, 114 Seiten

   K. Schönhammer, H.H. Voss, Fernschreib-Übertragungstechnik, R. Oldenbourg München-Wien 1966, 183 Seiten

   Gerd R. Sapper, DJ 4 KW, Amateur-Funkfernschreiben Telekosmos-Verlag Stuttgart/1967, 68 Seiten

   Josef Lehnert, Einführung in die Fernschreibtechnik, Siemens AG, Berlin/München, 1968, 151 Seiten

   Ulli Stolz, DJ 9 XB, Die Grundlagen von RTTY, cq-DL 2/74, 4/74 und 6/74

   Ha.-Jo. Pietsch, DJ 6 HP, in Diefenbach, Amateurfunk-Handbuch 10. Auflage, Franzis-Verlag München 1976, Seiten 261 bis 275

1.6 K. Schönhammer, H.H. Voss, a.a.O., Seiten 18 bis 27

   Herbert Drake jr., WB 6 IMP, RTTY distortion: causes and cures, Ham Radio 9/72, Seiten 36 bis 40

2. U. Tietze, Ch. Schenk, Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York 1974, 3. Auflage, 686 Seiten

2.1 U. Tietze, Ch. Schenk, a.a.O., Seiten 50 bis 68 und 203 bis 296

2.2 Datenblätter der Halbleiterfirmen

2.3 U. Tietze, Ch. Schenk, a.a.O., Seiten 96 und 97

2.4 U. Tietze, Ch. Schenk, a.a.O., Seiten 306 bis 352

2.5 U. Tietze, Ch. Schenk, a.a.O., Seite 203

2.7 U. Tietze, Ch. Schenk, a.a.O., Seiten 300 bis 302

2.8 Das TTL–Kochbuch, Texas Instruments Deutschland GmbH, 1972, 1. Auflage, 351 Seiten

2.9 Funktionsgenerator IC 2206, Elektor 9/75, Seiten 24 bis 27
   Datenblatt zum XR–2206 C, Oktober 1974, Gonda Elektronik GmbH, 7012 Fellbach

3.1 Irvin M. Hoff, W 6 FFC, Mainline ST–6 RTTY Demodulator, Ham Radio 1/71

Ha.-Jo. Pietsch, DJ 6 HP, RTTY–Nf–Konverter mit aktiven Selektivfiltern, cq-DL 2/72, Seiten 66 bis 74

Ha.-Jo. Pietsch, DJ 6 HP, RTTY–Nf–Analog–Digital–Konverter DJ 6 HP 008, RTTY Sonderheft A/72

Ha.-Jo. Pietsch, DJ 6 HP, Der RTTY–Konverter DJ 6 HP 001, cq-DL 12/75, Seiten 712 bis 719

3.11 Hermann Peterhänsel, DC 9 UP, Eine Abstimmhilfe für RTTY–Konverter ohne Scope, RTTY 2/75, Seiten 8 und 9

3.2 Ed Webb, W 4 FQM, Phase locked loop RTTY terminal unit, Ham Radio, 1/72, Seiten 8 bis 19, 5/72, Seite 60

Horst Fiedler, DK 2 NI, Bernd Berhaus, Der DL 0 IS–RTTY–Nf–Konverter, cq-DL 10/72, Seiten 590 bis 594

Larry Walrod, VE 7 BRK, A simple receiver-demodulator for RTTY net operation, Ham Radio 2/73, Seiten 42 bis 44

Hermann Peterhänsel, DC 9 UP, Ein Zf-Konverter für RTTY Relaisbetrieb, RTTY 5/74, Seiten 19 bis 25

Ha.-Jo. Pietsch, DJ 6 HP, Automatik-RTTY–Nf–Konverter DJ 6 HP 025, RTTY 2/76

3.3 Ha.-Jo. Pietsch, DJ 6 HP, Quarzgesteuerter AFSK, cq-DL, 3/72, Seiten 135 bis 140

Howard Nurse, W 6 LLO, Crystal Controlled AFSK generator, Ham Radio 3/73, Seiten 27 bis 29

Werner Grzemba, DK 3 NH, Quarzgesteuerter AFSK–Generator für F 2-Betrieb DK 3 NH TTY–10, RTTY 1/74, Seiten 7 bis 13

Günter M. König, DJ 8 CY, Quarzgesteuerter AFSK mit genormten Frequenzen, RTTY Sonderheft A/74, Seiten 13 bis 28

Ha.-Jo. Pietsch, DJ 6 HP, Quarz-AFSK DJ 6 HP 016, RTTY Sonderheft A/74, cq-DL 2/75, Seiten 69 bis 73

3.4 Daryl J. Duffin, K 7 ZOF, PLL AFSK generator, Ham Radio 3/73, Seiten 27 bis 29

Eric Kirchner, VE 3 CTP, Continuous–phase audio-shift keyer for RTTY, Ham Radio 10/73, Seiten 10 bis 13

Ha.-Jo. Pietsch, DJ 6 HP, Funktionsgenerator–AFSK DJ 6 HP 025, RTTY 2/76

Funktionsgenerator IC 2206, Elektor 9/75, Seiten 26 und 27

3.6 Don Lancaster, TV–Typewriter, Radio-Electronics 9/73, Seiten 44 bis 52

Don Lancaster, TV–Typewriter, Sonderheft der Radio-Electronics, 1973

Bob Bratt, TV set is display for data terminal, Electronic Design 19, September 1972

Texas Instruments Deutschland GmbH, Applikationsbuch Band 1, Ein Datensichtgerät für 32 Buchstabenzeilen mit je 64 Buchstaben, Applikation EB 89, Seiten 211 bis 223

Ing. (grad.) Helmut Limper, Datensichtgeräte in professionellen Fernsehanlagen, Funkschau 2/74, Seiten 43 bis 46

Ha.-Jo. Pietsch, DJ 6 HP, Handbuch RTTY–TV–Display DJ 6 HP 014, verlegt und Vertrieb durch die DAFG, 2. Auflage 1975, 106 Seiten (vergriffen)

Ha.-Jo. Pietsch, DJ 6 HP, Datensichtgerät für Amateur-Funkfernschreiben, Funkschau 3/75, Seiten 55 bis 57

Elektronische Fernschreibanlage DJ6 HP 014-022/23, Selbstverlag DJ6 HP

3.7 Hermann Peterhänsel, DC 9 UP, Handbuch Elektronische Tastatur DC 9 UP 003, verlegt und Vertrieb durch die DAFG, 1974, 52 Seiten

Klaus H. Hirschelmann, DJ 7 00, Elektronische Fernschreib-Tastatur DJ 7 00 - 003, RTTY 6/74 Seiten 13 bis 16

Ha.-Jo. Pietsch, DJ 6 HP, RTTY–Speichertastatur DJ 6 HP 022/023, RTTY Sonderheft B/75

Elektronische Fernschreibanlage DJ6 HP 014-022/23, Selbstverlag DJ6 HP

3.8 J.A. Murphy, K 5 ZBA, Unique digital TTY accessories (regenerative repeater, stunt box, speed converter), 73 Magazine 3/71, Seiten 66 bis 68 und 70, 71

L.H. Laitinen, WA 6 JYJ, Electronic speed conversion for RTTY teleprinters, Ham Radio, 12/71, Seite 36

Ha.-Jo. Pietsch, DJ 6 HP, Geschwindigkeitswandler, RTTY–Speicher DJ 6 HP 022, RTTY Sonderheft A/75, Seiten 3 bis 18

Dirk Stolte, DK 3 OT, Das UART, ein vielseitiges IC für den RTTY–Freund, RTTY 3/75, Seiten 12 bis 20

4. Gerd R. Sapper, DJ 4 KW, Amateur-Funkfernschreiben, a.a.O., Seiten 60 bis 66

Hans Jürgen Schalk, DJ 8 BT, Amateur-Funkfernschreiben, Funkschau 14/73, Seite 489

Gerd R. Sapper, DJ 4 KW, Einführung in die Fernschreib-Betriebstechnik, cq-DL 7/75, 8/75

4.2 Klaus Helmbrecht, DJ 4 JI, Schreiben wir mal mit Löchern, RTTY 3/73, Seite 4

Gernd Riedl. DJ 1 CX, QSL direkt über Lochstreifen, RTTY 3/73, Seiten 5 bis 8

Horst E. Miers, DL 6 US, Lochstreifenlesen in 5 Lektionen, RTTY 2/75, 3/75, 4/75, 5/75 und 6/75

4.3 Rupert Mohr, DL 3 NO, IC–Kox, cq–DL 7/74, S. 394 und 385

Ed Webb, W 4 FQM, Anti-cw autostart, 73 Magazine 5/72, Seiten 39 bis 42

Joseph M. Hood, K 2 YAH, Simplified autostart and antispace for your ST–5, Ham Radio, 12/72, Seiten 46 bis 49

Ha.-Jo. Pietsch, DJ 6 HP, RTTY–Autostart-Antispace DJ 6 HP 012, cq-DL 3/74, Seiten 152 bis 154

Hans-Jürgen Schalk, DJ 8 BT, RTTY–Verteiler, cq-DL 7/74, Seiten 397 bis 404

4.7 Hans-Jürgen Schalk, DJ 8 BT, RTTY–Relais-Betriebstechnik, RTTY 3/74, Seite 41

Hans-Jürgen Schalk, DJ 8 BT, Gerd R. Sapper, DJ 4 KW, RTTY auf UHF/VHF und Erfahrungen mit dem RTTY–Umsetzer DB 0 YF, cq-DL 4/74, Seiten 199 bis 202

4.9 Hans-Jürgen Schalk, DJ 8 BT, RTTY–Diplome, RTTY Sonderheft A/74, Seiten 58 bis 62

5. Hans-Jürgen Schalk, DJ 8 BT, Standardisierung in der Betriebsart RTTY, cq-DL 1/74, Seite 54

6. Ulli Stolz, DJ 9 XB, RTTY–Selektivrufsystem, RTTY 3/75, Seiten 4 bis 11

Werner Grzemba, DK 3 NH, ASCII ? – Warum unbedingt ASCII? , RTTY 5/75, Seiten 14 und 15

Rupert Mohr, DL 3 NO, Forward Error Correcting (FEC), RTTY 6/75, Seiten 5 und 6

Rolf Matthär, DL 8 WA, Hardwareprogrammierung – der optimale Weg ? , RTTY 6/75, Seite 6

Sachverzeichnis

A
Abstimmanzeige 90
Additionstiefpaß 71
AFSK 22, 100, 104
Aktive Filter 44
Analogaddierer 69
Anschluß der Maschine 143
Anti-Space 151
Automatik-Schaltungen 149
Autostart 151

B
Bandbreite 20, 28
Baud 16
Begrenzer 42
Bestimmungen der Deutschen Bundespost 169
Betrieb mit elektronischen FS–Geräten 153
Betriebsfrequenzen 169, 170
Betriebstechnik 140
Blattschreiber 140

C
CCITT Nr. 2 10
Code 10
Contest 165
CQ–Ruf 158

D
Diplome 166
Display 109
Drehzahl 142

E
ECL–Technik 76
Empfangssteller 36
Empfang von Fernschreibsignalen 144
Entzerrer 36, 136

F
F1 22
F2 25
Fernschreibcode 10, 13
Fernschreibmaschine 140

G
Geschwindigkeitseinstellung 142
Geschwindigkeitswandler 134

H
Hf-Modulationsverfahren 20, 22
Hochpaßfilter 56
Hub 27

I
IARU–Vereinbarungen 27, 28, 29
Interface-Schaltungen 79

K
KOX 149

L
Linienstrom 36, 141
Lochstreifen 147
Logik-Techniken 75

M
Magnetbandspeicher 156
Maschinen-Motor 141
–-Test 140
Meßgeräte 83
Modulationsformen 14
MOS–Technik 76

N
Nf-Konverter 24, 86, 95
–-Töne 27
Notchfilter 64

O
Operationsverstärker 38

P
PLL 99

Q
QSO 158
Quarz-AFSK 100

R
Rauschen 29
Relais-Betrieb 144, 162

S
Schmitt-Trigger 71, 81
Selektiv-Filter 59
Senden von Fernschreibsignalen 146
Störabstand 29
Streifenschreiber 142
Stroboskopscheibe 142

T
Tastatur 117
Tiefpaßfilter 45
Töne 27
Tongenerator 85

U
UART 137
UKW-Betrieb 25, 162
Universal-Filter 64

V
Verzerrungen 32

W
Wagenrücklauf 12
wpm (words per minute) 18

Z
Z-Code 161
Zeichenschritt 15
Zeilenvorschub 12
ZF-Konverter 25

RPB electronic-taschenbücher für den Funkamateur

31

Sender-Baubuch für Kurzwellen-Amateure, 1. Teil. Planmäßiger und konstruktiver Aufbau von KW-Sendern leicht gemacht. Von Ing. H. F. Steinhauser DL 1 UB. – 10. Auflage. Zweifachband mit 9 Konstruktionszeichnungen. DM 7.80

ISBN 3-7723-0310-2

41

Kurzwellen- und UKW-Empfänger für Amateure I. Geradeausempfänger und Standardsuper. Von Werner W. Diefenbach. – 12. Auflage in Vorbereitung

ISBN 3-7723-0411-7

42

Kurzwellen- und UKW-Empfänger für Amateure II. Spitzensuper und Transistorempfänger. Von Werner W. Diefenbach. – 2. Auflage. Dreifachband. DM 9.80

ISBN 3-7723-0422-2

44

KW- und UKW-Amateurfunk-Antennen für Sendung und Empfang. Wie in der Antennentechnik theoretische Grundlagen kombiniert mit praktischen Erfahrungen große Reichweiten ermöglichen. Von Werner W. Diefenbach. – 10. unveränderte Auflage. Dreifachband. DM 9.80

ISBN 3-7723-0440-0

Franzis-Verlag, München

RPB electronic-taschenbücher für den Funkamateur

126

Betriebstechnik des Amateurfunks. Ein Auskunftsbuch für Lizenzanwärter. DL 1 JH. – Eine Fülle von eingehenden Erklärungen, Tips, Erfahrungen und einzuhaltenden Bestimmungen zum Lernen und Nachschlagen. Die DE-Prüfung ist eingehend behandelt. – DM 9.80

ISBN 3-7723-1263-2

136

Transistorisierte Netzgeräte. Spannung und Strom geregelt durch Halbleiter. Von Jürgen Strobel. – Dieses Buch befaßt sich hauptsächlich mit transistorisierten Niederspannungs-Netzgeräten, die ans Lichtnetz angeschlossen werden. – 3. Auflage. Einfachband. DM 4.80

ISBN 3-7723-1363-9

174

Amateurfunkgeräte für das 70-cm-Band. Schaltungstechnik und Bauanleitungen mit Transistoren und Dioden. Von J. Reithofer. – 2., verbesserte Auflage. Zweifachband. DM 7.80

ISBN 3-7723-1742-1

180

KW- und UKW-Sender für den Funkamateur. Von Konstruktionsprinzipien, Printskizzen und Transistorbausteinen, aus denen sich Amateursender nach eigenen Vorstellungen machen lassen. Von Werner W. Diefenbach. – 1. Auflage. Dreifachband. DM 9.80

ISBN 3-7723-1801-0

38

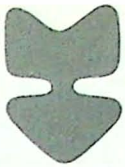
SSB- und ISB-Technik. Eine Einführung in die moderne Einseitenband- und Independent-Side-Band-Technik. Von Oberingenieur Horst Pelka. Vierfachband. DM 12.80

ISBN 3-7723-0381-1

Franzis-Verlag, München

Was halten Sie von diesem Buch?
Das möchten wir gerne wissen.
Setzen Sie ein paar Stichworte auf. Das genügt.
Vielen Dank sagt Ihnen der

Franzis-Verlag



Urteil über _____

_____ (Buchtitel)

Kundeninformationen

☐☐ **SP** ☐☐ **KL**

Fachgebiete, die mich besonders interessieren:

1. Hobby-Elektronik ☐
2. Elektroakustik ☐
3. Radio + TV-Elektronik ☐
4. Industrie-Elektronik ☐
5. Elektronische Meßtechnik ☐
6. Informatik (EDV) ☐
7. Amateurfunk ☐

Auf dieses Buch wurde ich aufmerksam durch:

- Prospekt ☐
- Besprechung ☐
- Schaufenster ☐
- Anzeige ☐
- Empfehlung ☐

_____

Vorname/Name

_____

Beruf

_____ _____

Straße

_____

Postleitzahl/Ort

Hiermit bestelle ich

aus dem Franzis-Verlag, München
Vervollständigung der ISBN genügt):

ISBN
3-7723-

kostenlose Probehefte:

	FUNKSCHAU	☐
	ELEKTRONIK	☐
	ELO	☐
	Verlagsverzeichnis	☐

Lieferung durch die Buchhandlung:

Wenn keine Firma eingesetzt, bitte senden an ▶

Bitte als
Postkarte
frankieren

Franzis-Verlag

Werbe- und Vertriebsabteilung
Bücher

Postfach 37 01 20
8000 München 37

100 • • Daten- und Tabellensammlung für Radiopraktiker und Elektroniker (Mende). 4. Aufl.

101 • • • Elektronische Orgeln und ihr Selbstbau (Böhm). 6. Aufl.

103 • • Die Wobbelsender (Sutaner). 4. Aufl.

104 • • Transistorsender für die Modellfernsteuerung (Bruß). 5. Aufl.

105 • • • Lautsprecher und Lautsprechergehäuse für HiFi (Klinger). 8. Aufl.

106 • • • Netztransformatoren und Drosseln (Klein). 4. Aufl.

108 • • Amateurfunk-Superhets (Gerzelka). 3. Aufl.

109 • • • Transistor-Amateurfunkgeräte für das 2-m-Band (Reithofer). 4. Aufl.

111 • • Zeigerinstrumente (Köhler). 4. Aufl.

114 • • Halbleiter-Experimente (Kleemann). 3. Aufl.

119 • • • Gedruckte Schaltungen (Sutaner/Wißler). 3. Aufl.

126 • • • Betriebstechnik des Amateurfunks (Henske). 3. Aufl.

128 • • • Meßsender, Frequenzmesser und Multivibratoren (Sutaner). 2. Aufl.

131 • • • • Elektronische Grundschaltungen (Schweigert). 3. Aufl.

134 • • Kleines Halbleiter-ABC (Büscher, Wiegelmann). 3. Aufl.

136 • Transistorisierte Netzgeräte (Strobel). 4. Aufl.

147 • • • Fernseh-Service leicht gemacht (Lummer). 3. Aufl.

157 • • Meßgeräte und Meßverfahren für den Funkamateur (Link). 2. Auflage.

160 • • • Relais (Köhler).

163 Regelungstechnik für Radio- und Fernsehtechniker und Elektroniker (Schweigert). DM 15.80.

166 • • Elektronik im Kraftfahrzeug (Stieber/Wilk). 2. Aufl.

168 • • Vademekum für den Funkamateur KW und UKW (Diefenbach/Geyrhalter). 5. Aufl.

171 • • • Halbleiter-Schaltungstechnik einfach dargestellt (Benda). 2. Aufl.

174 • • Amateurfunkgeräte für das 70-cm-Band (Reithofer). 2. Aufl.

176 • • Integrierte Schaltungen für den Funkamateur (Birchel). 2. Aufl.

178 • • • • Schirmbilddiagnose und Messungen am Farbfernsehempfänger (Bochum/Dögl).

179 • • Digitale Elektronik für Anfänger (Kleemann). 3. Aufl.

180 • • • KW- und UKW-Sender für den Funkamateur (Diefenbach). 2. Aufl.

300 • • Kfz-Elektronik im Selbstbau (Jansen). 2. Aufl.

301 • • • Nf-Elektronik (Sabrowsky). 4. Aufl.

302 • • • Electronic-Pianos und Synthesizer (Tünker).

304 • • • Transistor-Schaltverstärker (Sabrowsky). 2. Aufl.

316 • • • Digitale Experimentier-Bausteine (Sabrowsky).

319 • • • Der leichte Start zum Funkfernsteuern (Sabrowsky). 3. Aufl.

322 • • • Impulstechnik für jedermann (Sabrowsky).

325 • • • Sinus-, Rechteck- und Impulsgeneratoren für Prüf- und Meßzwecke (Sabrowsky).

331 • • • Verstärkerbau mit integrierten Schaltungen (Wirsum). 2. Aufl.

335 • • • Mischpulte und Mischpultmodule (Wirsum). 2. Aufl.

336 • • • Musikelektronik (Tünker). 3. Aufl.

337 • • • Elektronische Hilfsmittel für Film und Foto (Horst).

338 • • Experimente mit IS (Kleemann). 2. Auflage.

339 • • • HIFI-Boxen im Selbstbau (Sabrowsky). 3. Auflage.

340 • • • Vom Flip-Flop zur Quarzuhr (Pelka). 2. Aufl.

341 • • Modelleisenbahn-Elektronik im Selbstbau (Jungmann). 2. Aufl.

Pietsch, Amateur-Funkfern-schreibtechnik RTTY

25

Dreifachband

RPB

Den heutigen Stand der RTTY-Technik stellt der Band geschlossen dar. Ob es sich um die theoretischen Grundlagen, die Bausteine der Fernschreibtechnik, eine ausführliche Gerätebeschreibung oder um die reibungslose Betriebstechnik handelt, das alles legt der Verfasser klar gegliedert dem zukünftigen oder dem routinierten Amateur vor. Die Darstellung der elektronischen Grundschaltungen fußt auf den neuesten Erkenntnissen. Dazu nur einige Stichworte: Operationsverstärker 741, Analogaddierer, Digital-Technik, Logik-Techniken, TTL-Bausteine, Interface-Schaltungen. Mit diesem Band ist somit ein Vademecum geschaffen worden, das die meisten RTTY-Probleme zu lösen hilft.

Der Autor schöpft aus einem universellen Erfahrungsschatz. Als Techniker beherrscht er die Praxis in der Elektronik und in der Mechanik. Als Studienrat kann er die Theorie gut erklären. Als Fachschriftsteller, nicht nur im cq-DL, hat DJ 6 HP einen guten Namen.

FRANZIS

ISBN 3-7723-0251-3